

**DISEÑO DE ACTIVIDADES CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS ASIGNATURAS  
CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y LEAN MANUFACTURING DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**



Res. No. 16740, 2017-2021.



Vigilada MinEducación.

**SANTIAGO MURGUEITIO NIETO  
2127206**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2018**

**DISEÑO DE ACTIVIDADES CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS ASIGNATURAS  
CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y LEAN MANUFACTURING DEL PROGRAMA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**



Res. No. 16740, 2017-2021.



Vigilada MinEducación.

**SANTIAGO MURGUEITIO NIETO**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial**

**Director  
JIMMY GILBERTO DÁVILA VÉLEZ  
Msc. Ingeniería**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2018**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Claudia Cecilia Peña Montoya**  
**Jurado**

**Ricardo de la Caridad Montero Martínez**  
**Jurado**

**Santiago de Cali, 14 de noviembre de 2018**

Mis mas sentidos agradecimientos, en primer lugar, a Dios, por supuesto, que fue el Ser que ejecutando su santa voluntad me inspiró por la carrera profesional que decidí estudiar; por darme las fuerzas necesarias cuando más necesité de ellas, pues en algunos momentos las dificultades académicas me hicieron flaquear. En fin, por llenarme de la voluntad y tenacidad necesarias en orden a alcanzar un objetivo que tantos esfuerzos de toda índole requirió.

A mis padres, Tulio Marino y Flor Myrian, quienes entendieron y apoyaron mis aspiraciones en busca no solo de ser un mejor ser humano sino, lo más importante, útil a la sociedad; de ellos aprendí, igualmente, que no solo se requiere de la voluntad y esfuerzo absolutos, sino que, también, es indispensable el amor, en el que van implícitos el apoyo moral y material, de aquellos que nos dieron la vida para lograr metas que parecían inalcanzables.

Finalmente, a todos los integrantes de mi familia, empezando por mis hermanos, pasando por mis primos y primas para finalizar en mis tías y abuelas, todo un grupo de gente amada que en su interior siempre albergó aquellos deseos que hoy han logrado cristalizarse.

## **AGRADECIMIENTOS**

Cómo pasar por alto en momentos tan significativos como el que hoy experimenta mi ser y que se traducen en sentimientos de orgullo, satisfacción y felicidad, la comprensión y apoyo de todas aquellas personas que, formando un verdadero equipo en nombre de la Institución Universitaria, desplegaron ingentes esfuerzos para que, partiendo de sus sabias enseñanzas, culminara profesionalmente aquello que me daría la capacidad necesaria para enfrentar dignamente la vida.

A mi Director de proyecto de grado, ingeniero Jimmy Gilberto Dávila Vélez, quien, con su sabiduría y capacidad en la materia, contribuyó de manera definitiva a la culminación satisfactoria de la meta que me había propuesto.

A la Directora del Programa de Ingeniería Industrial, la ingeniera Jenny Alexandra Mosquera Varela, la que demostrando no solo generosidad, sino también afecto, contribuyó de manera trascendente con información que iría a facilitar el desarrollo de este proyecto.

<b>CONTENIDO</b>	<b>pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
<b>1.1 ENUNCIADO</b>	<b>16</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1.3 SISTEMATIZACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>20</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>20</b>
<b>4. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>21</b>
<b>4.1 MARCO CONTEXTUAL</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1 Objetivo de la asignatura Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>21</b>
<b>4.1.2 Objetivo de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>21</b>
<b>4.1.3 Las actividades de aprendizaje activo en la Universidad Autónoma de Occidente</b>	<b>22</b>
<b>4.1.4 Laboratorios de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente</b>	<b>24</b>
<b>4.2 ESTADO DEL ARTE</b>	<b>24</b>
<b>4.3 MARCO TEÓRICO</b>	<b>29</b>
<b>4.3.1 Las prácticas lúdicas</b>	<b>30</b>

<b>4.3.2 Elementos del aprendizaje</b>	<b>30</b>
<b>4.3.3 Elementos técnicos de las asignaturas</b>	<b>35</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>47</b>
<b>5.1 IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS QUE REQUIERAN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO</b>	<b>47</b>
<b>5.2 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EXISTENTES</b>	<b>50</b>
<b>5.3 DISEÑO O REDISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO IDENTIFICADAS</b>	<b>51</b>
<b>6. IDENTIFICACIÓN DE TEMÁTICAS QUE REQUIERAN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS ASIGNATURAS CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y GESTIÓN AVANZADA DE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>53</b>
<b>6.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA ENCUESTA POR MEDIO DE LA INFERENCIA ESTADÍSTICA</b>	<b>54</b>
<b>6.1.1 Información general</b>	<b>54</b>
<b>6.1.2 Información específica</b>	<b>56</b>
<b>6.2 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LOS CUALES SE DISEÑARÁN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO</b>	<b>59</b>
<b>7. DISEÑO O REDISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS HERRAMIENTAS SELECCIONADAS DE LAS ASIGNATURAS CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y GESTIÓN AVANZADA DE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>63</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>70</b>





## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1. Proceso 6-Sigma con un desplazamiento de 1,5 Sigma del valor central</b>	<b>42</b>
<b>Figura 2. Ciclo de Deming</b>	<b>43</b>
<b>Figura 3. Número de estudiantes encuestados por asignatura</b>	<b>55</b>
<b>Figura 4. Resumen de la prueba inicial de las guías de laboratorio</b>	<b>65</b>
<b>Figura 5. Prueba inicial de la guía de laboratorio The 5-S game</b>	<b>65</b>
<b>Figura 6. Prueba inicial de la guía de laboratorio El juego de la catapulta</b>	<b>66</b>
<b>Figura 7. Prueba inicial de la guía de laboratorio The SMED Lean simulation</b>	<b>66</b>
<b>Figura 8. Prueba inicial de la guía de laboratorio The Poka-Yoke game</b>	<b>67</b>
<b>Figura 9. Prueba inicial de la guía de laboratorio The Heijunka game</b>	<b>67</b>

## LISTA DE TABLAS

pág.

<b>Tabla 1. Percepción por parte de los docentes acerca de si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 2. Percepción por parte de los docentes respecto a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 3. Percepción por parte de los estudiantes en relación a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 4. Percepción por parte de los estudiantes referente a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 5. Ponderación por factores en las herramientas de la asignatura Calidad Lean Six Sigma a partir de la percepción de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes de la misma</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 6. Orden descendente de las herramientas de Calidad Lean Six Sigma con base en la percepción combinada</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 7. Ponderación por factores en las herramientas de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción a partir de la percepción de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes de la misma</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 8. Orden descendente de las herramientas de Gestión Avanzada de la Producción con base en la percepción combinada</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 9. Actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 10. Actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas de Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>64</b>

## LISTA DE ANEXOS

pág.

<b>Anexo A. Encuesta para docentes que orienten o hayan orientado el curso Calidad Lean Six Sigma o Gestión Avanzada de la Producción. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo B. Encuesta para estudiantes que están cursando o cursaron Calidad Lean Six Sigma o Gestión Avanzada de la Producción. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo C. Guía de laboratorios – General. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo D. Plantilla de prueba inicial. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo E. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase definir. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo F. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase medir. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo G. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase analizar. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo H. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase mejorar. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo I. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase controlar. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo J. Guía de laboratorio – The 5S game. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo K. Guía de laboratorio – The Heijunka game. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo L. Guía de laboratorio – The Poka-Yoke game. Ver archivo adjunto</b>	<b>78</b>
<b>Anexo M. Guía de laboratorio – The SMED Lean simulation. Ver archivo adjunto</b>	<b>79</b>

## RESUMEN

El presente documento tiene como objetivo proponer un diseño de actividades con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción\* en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, con el fin de fomentar el aprendizaje activo en los estudiantes y de reforzar el marco teórico de las herramientas de cada una de las asignaturas vistas en clase\*\*.

Con ese fin se realizó una investigación descriptiva, que permitió conocer la percepción de los docentes y estudiantes relacionados con las asignaturas, acerca de la necesidad de llevar a cabo actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas en ambas asignaturas. Para el diseño o rediseño de tal dinámica se tuvieron en cuenta los kits de simulación adquiridos por la Universidad a la compañía The LeanMan y el Master Black Belt Six Sigma, Bill Rusel, además, de la inclusión de la plataforma YouTube. Los diseños de las actividades en las herramientas seleccionadas en ambas asignaturas fueron:

### Calidad Lean Six Sigma

- **Diagrama Pareto, histograma y diagrama de Ishikawa:** El juego de la catapulta – Fase definir.
- **Método de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR):** El juego de la catapulta – Fase medir.
- **Diseño y análisis de experimentos (DOE), análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de hipótesis:** El juego de la catapulta – Fase analizar.
- **Diagramas de dispersión y análisis de regresión:** El juego de la catapulta – Fase mejorar.

---

\* En el momento en que se realizó el estudio ambas asignaturas eran electivas profesionales, actualmente el curso Lean Manufacturing es denominado Gestión Avanzada de la Producción (De esta forma se identificará en lo seguido de este trabajo a excepción del enunciado, formulación y sistematización del problema, la justificación y objetivos) y fue integrado como asignatura obligatoria en la nueva malla curricular.

\*\* Este trabajo fue realizado a partir de información reunida en el tercer periodo del año 2016, de modo que el planteamiento del problema y la justificación presentada tiene relación a lo acontecido en esa fecha.

- **Gráficos de control (Variables) y capacidad del proceso:** El juego de la catapulta – Fase controlar.

### **Gestión Avanzada de la Producción**

- **Metodología 5s, Kanban y gestión visual:** The 5S game.
- **Single-Minute Exchange of Die (SMED):** The SMED Lean simulation.
- **Poka-Yoke:** The Poka-Yoke game.
- **Heijunka, Value Stream Mapping (VSM) y Kanban:** The Heijunka game.

Por último, se presenta el formato de las guías de laboratorio con su respectiva metodología de las actividades con enfoque lúdico, diseñado en el marco del esquema micro curricular, que tiene relación con el Proyecto Educativo Institucional de la Universidad Autónoma de Occidente.

**Palabras claves:** Lean Manufacturing, Lean Six Sigma, actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, proceso de enseñanza-aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

Las nuevas exigencias en la educación del siglo XXI, principalmente en las universidades, se encuentran estrechamente relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se ofrece al estudiante, la adquisición de conocimientos dentro de un proceso efectivo, dinámico y proactivo<sup>1</sup>. Durante este proceso deben existir estrategias didácticas empleadas por los docentes, que complementen la información suministrada en las clases magistrales. La lúdica, por ejemplo, se ha convertido en un método pedagógico para el proceso de enseñanza-aprendizaje, que ha dado lugar a la creación de diferentes actividades con enfoque lúdico, para una mayor participación activa y constante de los estudiantes<sup>2</sup>.

En la actualidad, empresas alrededor del mundo están utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Lean Six Sigma, con el propósito de mejorar constantemente los procesos, incrementado así la productividad y competitividad de las mismas, reduciendo de manera significativa los desperdicios (tangible e intangible). Por esta razón es importante que la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial, permita la adquisición de competencias y habilidades a partir de todo el conjunto teórico y práctico desarrollado durante las clases.

En este trabajo de grado se generó una propuesta de diseño de actividades con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, con el fin de fomentar el aprendizaje activo de los estudiantes.

Se utilizó, además, la investigación con alcance descriptivo para la recolección de información, logrando así, el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos. La metodología consistió en tres grandes etapas: (I) Identificación de temáticas que requieran de labores que tengan que ver con el aprendizaje activo con enfoque lúdico; (II) determinación de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico existentes, que cumplan con los desempeños establecidos y (III) diseño o rediseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico identificadas. Dinámicas,

---

<sup>1</sup> CARDONA, José. Procesos de enseñanza-aprendizaje en la universidad: perspectiva de los estudiantes. [en línea] En: Revista Rastros Rostros. Agosto 22 de 2016, Vol. 18, No 33. Bogotá, Colombia. Disponible en internet: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/ra/article/view/1720>

<sup>2</sup> DOMÍNGUEZ, Lisbeily. La lúdica: Una estrategia pedagógica depreciada. [en línea] En: Subdirección de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 1 ed. 2015. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. ISBN: 978-607-7953-80-7. Disponible en internet: <http://www.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/RTI/2015/ICSA/La%20ludica.pdf>

todas, que estarán alineadas en el Proyecto Educativo Estudiantil (PEI), incluido dentro de los planteamientos pedagógicos de la Universidad.

En conclusión, este trabajo procura mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el diseño o rediseño de trabajos relacionados con el aprendizaje activo de las asignaturas aludidas, para que el estudiante logre de manera práctica, la adquisición de conocimientos complementarios a los obtenidos en las clases magistrales.

# 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 ENUNCIADO

Distintos autores como Arenas, Medina y Alfalla<sup>3</sup>; Pragman, Booker, Kitchens y Rebman<sup>4</sup>; Marín, Montes de la Barrera, Hernández y López<sup>5</sup> han realizado investigaciones sobre las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la línea curricular de Gestión de Operaciones, área temática a la que pertenecen las asignaturas de interés de este proyecto, y en donde, entre otras han identificado como las de mayor relevancia; la poca interacción entre el docente, el estudiante y los temas expuestos en clase, puesto que, el docente cumple un papel activo en el momento de transmitir el conocimiento al estudiante, a partir de artículos, libros, publicaciones, experiencias vividas, entre otras. Sin embargo, el estudiante toma un papel pasivo generando cierta dependencia académica y limitaciones en su proceso de aprendizaje. Otra dificultad es la falta de motivación de los estudiantes en percibir los beneficios de las asignaturas debido a la metodología presentada por el profesor en donde los estudiantes realizan diversos ejercicios sin conocer el por qué se debe hacer de esa manera y no de otra. Por último, los métodos tradicionales como la memorización y la repetición siguen prevaleciendo en el proceso de aprendizaje del estudiante. Ante estas dificultades los autores proponen la implementación de actividades de aprendizaje activo como complemento a las clases magistrales, en búsqueda de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje.

La Universidad Autónoma de Occidente (En adelante UAO) desde hace unos años ha optado por diseñar e implementar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las asignaturas del área de Gestión de Operaciones. Es así como se han intervenido asignaturas como; Administración de la Producción y Servicios, Gestión de Operaciones I y II, Logística Integral, ente otras, con lo que se ha logrado cambiar

---

<sup>3</sup> ARENAS, Francisco; MEDINA, Carmen y ALFALLA, Rafaela. Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes. [en línea] En: Elsevier. Enero de 2011, Vol. 14, no. 1. [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://www.elsevier.es/es-revista-cuadernos-economia-direccion-empresa-cede-324-articulo-mejorando-formacion-direccion-operaciones-vision-S113857581100003X>

<sup>4</sup> PRAGMAN, Claudia, *et al.* Combining active learning techniques and productivity projects to improve student performance in production and operations management classes: an exploratory study. [en línea]. ResearchGate. 2018. [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <https://bit.ly/2N9eQkf>

<sup>5</sup> MARÍN, Yeraldín, *et al.* Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la Ingeniería Industrial. [en línea] En: Educación en Ingeniería. Diciembre de 2011, No. 12. [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <https://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/download/128/115>



la percepción de los estudiantes y docentes sobre la didáctica de la enseñanza de estas asignaturas.

De acuerdo a la información suministrada por la Ingeniera Jenny Mosquera, Directora del programa de Ingeniería Industrial, en las evaluaciones de los cursos de Lean Manufacturing y Calidad Lean Six Sigma en el primer periodo académico del año 2016, existen constantes solicitudes por parte de los estudiantes para que se implementen actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en estas asignaturas, ya que no cuentan en el momento con ninguna dentro del microcurrículo. Ella también considera que esa puede ser la causa del poco interés en el desarrollo de las asignaturas, viéndose reflejado por ejemplo en la baja matrícula de la asignatura Calidad Lean Six Sigma, según lo expresa la directora. Para el curso Calidad Lean Six Sigma, en el año 2014 en el tercer periodo académico, se matricularon tan solo 10 estudiantes; en el año 2015 en el primer y tercer periodo académico, no se ofertó por falta de inscripción de los estudiantes; para el año 2016 en el tercer periodo académico, solo se matricularon 9 estudiantes y en el año 2017 en el primer periodo académico, no se ofertó debido al prerrequisito de la materia Lean Manufacturing.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se generará una propuesta de diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, como complemento didáctico en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas Lean Manufacturing y Calidad Lean Six Sigma.

## **1.2 FORMULACIÓN**

¿Cómo generar una propuesta de diseño de actividades con enfoque lúdico para fomentar el aprendizaje activo en las asignaturas de Calidad Lean Six Sigma y Lean Manufacturing del programa de Ingeniería Industrial en la Universidad Autónoma de Occidente?

## **1.3 SISTEMATIZACIÓN**

- ¿Cuáles son las temáticas que requieren de actividades con enfoque lúdico en esas asignaturas?
- ¿Qué actividades con enfoque lúdico se pueden diseñar para las asignaturas?
- ¿Cómo diseñar o rediseñar las actividades con enfoque lúdico para las asignaturas de interés?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Occidente<sup>6</sup> es un planteamiento dinámico y flexible, con base en la exploración, la investigación, la creatividad y la innovación a nivel epistemológico, pedagógico y didáctico, que responde a una serie de saberes, conocimientos, competencias y aprendizajes unidos a cada uno de los programas académicos de la Universidad. Es por ello, que la Universidad sugiere el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de estrategias pedagógicas y didácticas variadas, acordes al perfil del egresado, la especificidad disciplinar y la posición de los estudiantes y profesores frente al aprendizaje, conocimiento y desarrollo de competencias.

En el trabajo de Mejía y Jiménez<sup>7</sup> se realizaron encuestas a los estudiantes donde debían expresar la percepción que tenían acerca de los juegos pedagógicos como herramienta complementaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se obtuvo que un 98,84% de los estudiantes consideraban que el uso de la lúdica aporta de modo significativo al desarrollo de su conocimiento en el proceso enseñanza-aprendizaje de la línea académica de Administración de Operaciones, y el 91,33% consideraba que son una herramienta idónea para complementar las clases magistrales. Además, para Jiménez: “Los nuevos ambientes lúdicos inteligentes en la educación, permitirán fortalecer la esfera de los valores, y en especial, el afecto, la creatividad y la solidaridad, para facilitar la vida cultural en la sociedad humana”<sup>8</sup>, lo que conlleva a que no solo potencializa el aprendizaje en los estudiantes, sino también, el refuerzo de los valores personales en la formación de personas éticas y morales. Las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Lean Manufacturing del

---

<sup>6</sup> Universidad Autónoma de Occidente Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico. Proyecto Educativo Institucional. p 11 [en línea]. Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico. [Consultado: 22 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.uao.edu.co/docentes/wp-content/uploads/PEI-COMPLETO.pdf?x68113>

<sup>7</sup> JIMENEZ, Lina y MEJÍA, Sandra. Evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la administración de operaciones en el programa de Ingeniería Industrial. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2013. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/5185>

<sup>8</sup> JIMÉNEZ, Carlos. La lúdica y el juego un universo de posibilidades para la educación. Citado por: DÁVILA. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2012.

programa de Ingeniería Industrial de la UAO, carecen de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico que promuevan el aprendizaje activo de sus estudiantes.

Los resultados positivos que se podrían generar en los estudiantes a partir del diseño de actividades lúdicas, además de fomentar el aprendizaje activo de los mismos, se concretarían en un estímulo del interés en el desarrollo de distintos niveles de su experiencia personal y social<sup>9</sup>. También animaría el compromiso de parte de los estudiantes, asistiendo y participando de manera activa en las clases teóricas y especialmente en las prácticas, como lo estipula el Modelo Educativo de la UAO. Igualmente, la Universidad Autónoma de Occidente, podría ser favorecida a largo plazo, en el sentido de obtener una mayor inscripción de estudiantes en las dos asignaturas mencionadas, gracias al compromiso, interés y motivación generados en los mismos. Por último, los docentes también serían beneficiados ya que tendrían una forma aplicativa de enseñar las temáticas, impulsando a los estudiantes a relacionarse en el campo laboral.

---

<sup>9</sup> ANTUNES, Celso. Juegos para estimular las inteligencias múltiples. España: Narcea S.A, 2004. ISBN: 9788427714106. p. 46.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un diseño de actividades con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Lean Manufacturing en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las temáticas que requieran el diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, con el fin de establecer los desempeños que se deben alcanzar con las intervenciones propuestas.
- Determinar las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, para los procesos de enseñanza aprendizaje de los desempeños establecidos.
- Diseñar o rediseñar las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico identificadas, con el fin de implementarlas en el proceso micro curricular de las asignaturas de interés.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 MARCO CONTEXTUAL

El proyecto tiene como finalidad el diseño de actividades con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente.

Las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción<sup>10</sup>, son ofrecidas por el Departamento de Operaciones y Sistemas en la UAO a estudiantes que hayan cursado más de cien créditos aprobados.

A continuación, se presentan los objetivos de las asignaturas mencionadas:

#### 4.1.1 Objetivo de la asignatura Calidad Lean Six Sigma

“Generar conocimiento sobre los conceptos de herramientas lean, enfocándose principalmente en las herramientas avanzadas para el mejoramiento de la calidad.”<sup>11</sup>

#### 4.1.2 Objetivo de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción

“Brindar a los participantes las filosofías, herramientas y técnicas modernas de producción para una gestión competitiva del flujo del producto y de los inventarios a fin de optimizar los procesos de producción.”<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. Electivas Programa de Ingeniería Industrial. [en línea]. En: [www.uao.edu.co](http://www.uao.edu.co) [Consultado: 30 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas\\_Ingenieria-industrial.pdf](http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas_Ingenieria-industrial.pdf)

<sup>11</sup> *Ibíd.*, p. 1 Disponible en internet: [http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas\\_Ingenieria-industrial.pdf](http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas_Ingenieria-industrial.pdf)

<sup>12</sup> *Ibíd.*, p. 1 Disponible en internet: [http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas\\_Ingenieria-industrial.pdf](http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas_Ingenieria-industrial.pdf)

### 4.1.3 Las actividades de aprendizaje activo en la Universidad Autónoma de Occidente

El Grupo de Estudio en Lúdica Aplicada (GELA)<sup>13</sup>, conformado en el año 2011 en la Universidad Autónoma, ha contribuido en el desarrollo de diferentes proyectos enfocados en el fortalecimiento de actividades de enseñanza-aprendizaje, desarrollando trabajos de grado en los cuales se diseñaron actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en diferentes asignaturas del programa de Ingeniería Industrial, así:

JIMENEZ Y MEJÍA<sup>14</sup>, en su proyecto de grado “Evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Administración de Operaciones en el programa de Ingeniería Industrial”, resaltan la importancia del juego pedagógico como herramienta complementaria que contribuye en el proceso de aprendizaje y en el desarrollo de las competencias de los estudiantes.

Los resultados obtenidos fueron la generación de una propuesta de evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Administración de Operaciones en el Programa de Ingeniería Industrial de la UAO. Además, se evidenció que la percepción de los estudiantes fue que las prácticas lúdicas si contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje, generando en ellos, competencias cognitivas y psicosociales que refuerzan aspectos teóricos, y la construcción de profesionales integrales en el sentido de incorporar valores que formen personas altamente capacitadas para responder en un ambiente laboral y competente.

ARIAS Y RÁMIREZ<sup>15</sup>, en su trabajo de grado denominado “Diseño de herramientas lúdicas para el apoyo del proceso de enseñanza- aprendizaje en los cursos de

---

<sup>13</sup> GRUPO DE ESTUDIO EN LÚDICA APLICADA. Sobre el grupo. [en línea]. En: [www.uao.edu.co](http://www.uao.edu.co). Santiago de Cali. (04 de abril de 2016). [Consultado el 02 de octubre de 2016] Disponible en internet: <http://www.grupogela.net/>

<sup>14</sup> JIMENEZ, Lina y MEJÍA, Sandra. Evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la administración de operaciones en el programa de Ingeniería Industrial. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2013. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/5185>

<sup>15</sup> ARIAS, Claudia y RAMÍREZ, Diana. Diseño de herramientas lúdicas para el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos de gestión de operaciones I y II, Lean Manufacturing y administración de la producción y servicios de la UAO. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2014. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/6591>

Gestión de Operaciones I y II, Lean Manufacturing y Administración de la producción y servicios de la UAO”, fundamentados en los beneficios que conlleva el empleo de los juegos pedagógicos como herramienta didáctica en la educación superior, presentan un diseño de herramientas actividades lúdicas para las asignaturas mencionadas.

Para llevar a cabo dicho diseño, la metodología empleada incluyó encuestas a los docentes para determinar la percepción en el área de Gestión de Operaciones, en relación a la necesidad de diseñar o rediseñar herramientas que apoyen las principales temáticas, además, de la pertinencia de las prácticas lúdicas existentes en las asignaturas mencionadas. Igualmente, se evaluó la pertinencia de prácticas de laboratorio existentes en los contenidos programáticos de los cursos del área de Gestión de Operaciones por medio de una encuesta a los docentes encargados de los cursos. Finalmente, se recolectó información a partir de artículos, libros y memorias de congreso, y con la ayuda de los recursos del almacén de Laboratorios de Ingeniería Industrial se da lugar a la construcción de herramientas lúdicas.

Los resultados obtenidos, permitieron afianzar que, los docentes del área de Gestión de Operaciones consideran pertinente la disposición de este tipo de herramientas lúdicas para lograr una mayor percepción y asimilación de las temáticas vistas en las asignaturas. Así mismo, se obtuvieron modificaciones propuestas por los docentes en las prácticas de laboratorio existentes de los cursos aludidos. Por último, se generaron propuestas de diseño y rediseño de herramientas didácticas lúdicas en las temáticas donde los docentes sugerían la implementación de dichas herramientas.

ARZAYUS Y GIRALDO<sup>16</sup>, en su tesis titulado “Diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en la asignatura Logística Integral en la universidad Autónoma de Occidente”, recalcan la importancia de las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en el desarrollo de competencias como trabajo en equipo, el auto-aprendizaje, la colaboración, la comunicación, entre otras.

En la metodología propuesta en el trabajo, se realizó una encuesta acerca de la necesidad de incorporar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las unidades temáticas de Logística Integral a los docentes que orientaban el curso en el primer periodo del año 2015 y docentes que orientaron el mismo antes del periodo

---

<sup>16</sup> ARZAYUS, María y GIRALDO, Yaqueline. Diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en la asignatura Logística Integral en la Universidad Autónoma de Occidente. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2015. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/8305>

citado. También, se encuestaron a los estudiantes que cursaban la asignatura mencionada en el primer periodo del año 2015 y estudiantes que cursaron la misma desde el primer periodo del año 2013 hasta el tercer periodo del año 2014. Así mismo, para el diseño de las actividades, se consideró el formato elaborado por el Ingeniero DÁVILA<sup>17</sup> en su artículo “La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo”.

Los resultados conseguidos, contribuyeron para los estudiantes y docentes, el diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las unidades temáticas con mayor percepción por parte de los docentes y estudiantes encuestados.

#### **4.1.4 Laboratorios de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente**

La Universidad cuenta con tres laboratorios especializados para el programa de Ingeniería Industrial, Taller de Operaciones, Medición y Estudio del Trabajo, y Salud Ocupacional, según lo menciona el Auxiliar de Laboratorio Felipe García(\*). Estos laboratorios se encuentran diseñados para el desarrollo y ejecución de prácticas de laboratorio de diferentes asignaturas como Planeación y Control de la Producción, Control Estadístico de la Calidad, Investigación de Operaciones, Sistema de Producción e Inventarios, Logística, Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, Gestión Avanzada de la Producción, Calidad Lean Six Sigma, entre otras, con el fin de que el estudiante aplique los conceptos teóricos vistos en las clases magistrales. Los mismos cuentan con ingenieros y tecnólogos industriales capacitados en la preparación, ejecución y orientación de las diferentes actividades a realizar (cumplen funciones como Auxiliares de Laboratorio).

## **4.2 ESTADO DEL ARTE**

Con el propósito de encontrar actividades o herramientas con enfoque lúdico que fortalezcan el aprendizaje activo en las asignaturas de Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, se realizó una búsqueda de investigaciones

---

<sup>17</sup> DAVILA, Jimmy. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia. p.7.

(\* GARCÍA, Felipe. Auxiliar de Laboratorio del Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia. Observación inédita, 2018.



cuya línea de tiempo inicia desde el año 2007 en adelante. Para cumplir con ello, se utilizaron las bases de datos proporcionadas por la UAO, tales como EBSCO, ScienceDirect y Engineering Village, y el repositorio institucional de la misma. También se hizo uso de fuentes académicas como Google Scholar, SciELO y revistas electrónicas educativas.

Para dicha búsqueda, se emplearon las siguientes palabras claves, tales como: Aprendizaje activo en Ingeniería, aprendizaje a partir del juego, juegos serios en Ingeniería, catapulta en Lean Six Sigma, Herramientas didácticas en Lean Six Sigma y Juegos didácticos en Lean Manufacturing.

Durante la investigación se encontraron autores nacionales e internacionales, que han determinado que en el proceso de enseñanza de la educación media y superior debe estar enfocado en herramientas didácticas que promuevan el aprendizaje activo de los estudiantes. A continuación, se presentan las investigaciones más relevantes:

TRUJILLO Y GONZALES<sup>18</sup>, en su artículo “Aprendizaje activo en cursos básicos de ingeniería: un ejemplo basado en la enseñanza de Dinámica”, proponen una estrategia pedagógica en los cursos básicos de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, fundamentado en una serie de eslabones del proceso docente educativo. Una vez diseñada la estrategia didáctica, procedieron a implementar dicha estrategia en el curso de Dinámica del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia.

Los resultados obtenidos durante la implementación de la estrategia en dicho curso fueron positivos, es decir, los estudiantes obtuvieron un aprendizaje significativo pedagógico, ya que se fomentó la participación activa de los mismos, desarrollando competencias y habilidades deductivas durante el proceso de adquisición de conocimiento a partir del conocimiento previo.

SIERRA<sup>19</sup>, en su proyecto de grado titulado “El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje”, analizó si la inclusión del

---

<sup>18</sup> GONZÁLEZ, Elvia M y TRUJILLO, Carlos A. Aprendizaje activo en cursos básicos de dinámica. Vol. 10, n°2. [en línea]. Sistemas de Bibliotecas. Repositorio Institucional UdeA. Julio de 2010. [Consultado: 25 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: [http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/3248/1/TrujilloCarlos\\_2010\\_Aprendizajeactivocursos.pdf](http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/3248/1/TrujilloCarlos_2010_Aprendizajeactivocursos.pdf). ISSN 1657-4249

<sup>19</sup> SIERRA, Helena. El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. [en línea]. Máster en formación del proceso de eso, bachillerato y ciclos formativos.

aprendizaje activo logra una mejor comprensión de las temáticas de la asignatura de Economía de primero de Bachillerato en el centro Vedruna de Pamplona, en comparación al método tradicional. La metodología empleada por la autora fue la aplicación de tres técnicas de aprendizaje, las cuales son: La clase magistral, alumno como docente y debate.

La aplicación de las tres técnicas mencionadas con anterioridad, permitió que los estudiantes entendieran mejor las explicaciones realizadas por sus compañeros ya que presentaban un léxico y sintaxis parecidos. Además, los estudiantes percibieron que aprender en equipo es más divertido y estimulante para su formación. Adicionalmente los estudiantes plantearon dudas y realizaron preguntas con mayor participación en comparación a las clases magistrales, fomentando así, la motivación e interés de los mismos en la nueva metodología del aprendizaje activo.

RODRÍGUEZ, MAYA Y JAÉN<sup>20</sup>, en su artículo “Educación en ingenierías: de las clases magistrales en pedagogía al aprendizaje activo”, afirman que las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), y las metodologías activas son alternativas que permiten satisfacer de manera eficiente los requerimientos profesionales que afrontará un estudiante en su vida laboral. Las metodologías activas son un medio que ayuda a redefinir el quehacer de un docente y un estudiante, rompiendo así, los esquemas de la educación tradicionalista, que solo ocasiona desmotivación y desinterés en la adquisición de conocimiento.

DÁVILA, *et al.*<sup>21</sup> En su artículo “Evaluación de la aplicación de juegos colaborativos “Devorón” y “Temporal””, resaltaron la importancia del juego de carácter colaborativo, como recurso metodológico para la enseñanza didáctica de los estudiantes, permitiendo así, la adquisición de valores, habilidades sociales e intelectuales, trabajo en equipo y mejoramiento en las expresiones del lenguaje. La metodología consistió en la implementación de los juegos denominados “Devorón” y “Temporal” en seis escuelas de Chile. Posterior a ello, se tuvieron en cuenta una

---

Navarra. Universidad Pública de Navarra. 2012. [Consultado: 27 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <https://academic.e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9834/TFM%20HELENA%20SIERRA.pdf>.

<sup>20</sup> RODRÍGUEZ, Patricia, *et al.* Educación en ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. [en línea] En: Ingeniería y desarrollo. Junio de 2012, Vol. 30, no. 1, p. 128 – 131. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v30n1/v30n1a08.pdf>

<sup>21</sup> DÁVILA, Gianina, *et al.* Evaluación de la aplicación de juegos colaborativos: “Devorón” y “Temporal”. [en línea] En: Revista Electrónica de Investigación Educativa. Junio de 2007, Vol. 9, no. 2, p. 3 – 6. [Consultado: 24 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/164/284>

serie de observaciones para evaluar por medio de rangos, el rendimiento generado por los docentes, monitores (Padres de los alumnos) y los estudiantes, con el fin de determinar las habilidades cognitivas y sociales del juego.

La implementación de los juegos “Devorón” y “Temporal” en las escuelas de Chile, dieron como resultado el incremento del rendimiento académico de los estudiantes, gracias a la interacción de los padres que ayudaron a que sus hijos se sintieran más apoyados y motivados. También se fomentó el trabajo en equipo, de tal modo, que los docentes expresaran que las relaciones sociales hacia sus estudiantes hayan mejorado.

WU, *et al.*<sup>22</sup> En su artículo “Re-exploring assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases”, presenta una revisión sistemática de bibliografías en estudios basados en el meta-análisis, para proporcionar un análisis y enfoque más profundo de las cuatro orientaciones y principios del aprendizaje: el conductismo, el cognitivismo, el constructivismo y el humanismo.

Los resultados obtenidos de la revisión sistemática de las orientaciones y principios del aprendizaje mencionados anteriormente, permitieron concluir que los estudios publicados se centran más en el constructivismo y el humanismo que el conductismo y el cognitivismo. Asimismo, de la comprensión del aprendizaje basado en el juego asistido como información útil para los investigadores y docentes relacionados con el tema.

SILVA, *et al.*<sup>23</sup> En su artículo “ A Simulation Game Framework for Teaching Lean Production”, exponen un nuevo marco físico de juego de simulación, específicamente el montaje de un enchufe eléctrico que puede ser incluido en los ambientes estudiantiles y profesionales, con el fin de demostrar la aplicabilidad y las ventajas potenciales de Lean Production (Producción ajustada).

El juego comienza con la creación de un sistema desequilibrado, que permita proporcionar mediante diferentes pasos y procedimientos las competencias y habilidades necesarias para el entendimiento de la producción ajustada al juego.

---

<sup>22</sup> WU, Wen, *et al.* Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. [en línea] *En: Computers & Education*. Diciembre 2012, Vol. 59, Issue 4, p. 1153-1161. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://bit.ly/2dOzZ2J>

<sup>23</sup> SILVA, Ivo, *et al.* A simulation game framework for teaching lean production. [En línea] *En: International Journal of Industrial Engineering and Management*. Junio 23 de 2012. Vol. 4, no. 2, p. 81-86. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/casopis/volume4/ijiem\\_vol4\\_no2\\_4.pdf](http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/casopis/volume4/ijiem_vol4_no2_4.pdf)

Éste juego se basa principalmente en el aprendizaje experimental, que recrea espacios de situaciones reales en los sistemas de producción de las empresas manufactureras.

POURABDOLLAHIAN, et al.<sup>24</sup> Justifican en su artículo “Serious Games in Manufacturing Education: Evaluation of Learners’ Engagement” la pertinencia y necesidad de la aplicación de los juegos serios en el aprendizaje de los estudiantes de las nuevas generaciones de trabajadores en la dinámica de creación de sistemas en las industrias.

El diseño del juego serio se llevó a cabo en el Politécnico de Milán y fue implementado en una empresa italiana que produce sistemas de humidificación. Los resultados alcanzados en la implementación de dicho juego, fueron el compromiso y la motivación en los estudiantes y trabajadores que pone en relieve las teorías del aprendizaje.

IZQUIERDO, et al.<sup>25</sup> En su artículo denominado “El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta”, resaltan la importancia de la planificación de la investigación como medio importante para un diseño de experimentos en la mejora de los procesos, utilizando un caso práctico empleado en Lean Six Sigma como lo es la catapulta.

Para lograr el alcance máximo del proyectil, se desarrolla la metodología requerida para el diseño de experimentos planteado por Montgomery, logrando así, la identificación de los valores de las variables o factores que intervienen en el lanzamiento del proyectil, y de esta manera generar el conocimiento la optimización del funcionamiento de la catapulta.

---

<sup>24</sup> POURABDOLLAHIAN, Borzoo, et al. Serious games in Manufacturing Education: evaluation of learner’s engagement. [en línea] En: Procedia Computer Science. Diciembre 2012, Vol. 15, p. 256-265. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050912008393>

<sup>25</sup> IZQUIERDO, Ilzarbe, et al. El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta. [en línea] En: Revista Tecnura. Abril del 2007, Vol. 10. p. 12. [Consultado: 27 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>

SANZ, *et al.*<sup>26</sup> Proponen en su artículo “Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5S”, la gamificación, en particular, el uso de videojuegos para un aprendizaje atractivo e innovador en la consecución de conocimiento de la Metodología 5S.

Partiendo de esta idea, describen cada uno de los pasos o procedimientos de la Metodología 5S en un ejemplo de aplicación del videojuego denominado Minecraft. Los resultados obtenidos, sirvieron para dar a conocer y trabajar con otras herramientas de Lean Manufacturing, tales como, el diagrama causa-efecto de Ishikawa, los cinco porqués, entre otras. También promueven un espacio ideal para fomentar el aprendizaje a partir del juego, motivando a los estudiantes a incluir dentro de su formación la gamificación.

Finalmente, después de analizar cada una de las contribuciones investigativas de los diferentes autores nacionales e internacionales en relación al proceso de enseñanza a partir de las diferentes herramientas lúdicas que fomentan el aprendizaje activo de los estudiantes, se puede concluir que todas las investigaciones son de gran importancia para el desarrollo de este proyecto, con el fin de proponer un diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción del programa de Ingeniería Industrial de la UAO.

### **4.3 MARCO TEÓRICO**

En el siguiente marco teórico se describen los términos y conceptos relevantes que facilitan la comprensión del proceso de desarrollo de este proyecto. Se encontrarán definiciones, tales como, el aprendizaje y la lúdica en el proceso de enseñanza, teoría general de Lean Manufacturing y Lean Six Sigma, con el fin de proponer la metodología respectiva para el cumplimiento de los objetivos propuestos al inicio del proyecto y asimismo contextualizar al lector.

---

<sup>26</sup> SANZ, Pedro, *et al.* Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5s. [en línea] En: Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información. Octubre del 2015, no. 16. p. 60-75. [Consultado: 27 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952015000400006](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952015000400006)

### **4.3.1 Las prácticas lúdicas**

DÁVILA<sup>27</sup> en su artículo titulado “La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo”, reúne conceptos de diferentes autores como MATTI, LETHONEN, SARANEN, RAMOS RAMIREZ, COPPOLA Y SAVAZZINI, con la finalidad de definir las prácticas lúdicas como: actividades de aprendizaje activo que le permiten al estudiante, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, la creación de un micromundo a través de un ambiente de motivación lúdico en donde el docente desempeña el papel de facilitador y el estudiante adopta diferentes roles, facilitando la motivación, creatividad y el auto-aprendizaje. El desarrollo y ejecución de la mismas, permite que el estudiante interactúe con situaciones reales simuladas en donde pueden cometer errores y aprender de ellos. El aprendizaje y la transmisión de conocimiento son más eficaces y efectivos a partir de la relación del estudiante con la información, herramientas y materiales, el desarrollo constante del pensamiento individual y el intercambio colectivo, lo cual es inducido y motivado por el entretenimiento. El desarrollo de estas actividades genera en el estudiante aprendizajes de tipo experiencial, colaborativo y situado, con base en las teorías del cognitvismo, la creación de micromundos, constructivismo y construccionismo.

### **4.3.2 Elementos del aprendizaje**

#### **4.3.2.1 El aprendizaje experiencial**

El aprendizaje experiencial<sup>28</sup> es desarrollado por Smith, quien lo define como la implicación del individuo en una interacción directa en concordancia con lo que está estudiando. Sin embargo, la experiencia generada en el proceso no asegura el aprendizaje adquirido del individuo, sino que éste debe estar relacionado estrechamente con la reflexión personal, con el fin de construir significado a través de la experiencia vivida.

---

<sup>27</sup> DAVILA, Jimmy. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, julio de 2014. p. 2-4.

<sup>28</sup> SMITH, Mark. A kolb on experiential learning. 2001. Citado por: ROMERO, Marta. El aprendizaje experiencial y las nuevas demandas informativas. [en línea] En: Revista de Antropología Experimental. 2010, No. 10. p. 89-102. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://revista.ujaen.es/huesped/rae/articulos2010/edu1008pdf.pdf>

#### 4.3.2.2 EL aprendizaje colaborativo

El concepto de aprendizaje colaborativo<sup>29</sup> es planteado por Matthews, quien lo define como la interacción de alumnos y profesores en el trabajo conjunto para crear el saber, además, es una pedagogía basada en que las personas generan significados juntas donde el proceso las enriquece y las hace crecer.

Según LIGHT<sup>30</sup>, las propuestas del aprendizaje colaborativo tienen gran interés en dos efectos importantes en correspondencia con el impacto de las universidades en los estudiantes, las cuales son:

- Lo que el aprendizaje en grupo colabora al dominio de las temáticas, a la resolución de problemas, al pensamiento crítico y a los atributos cognitivos.
- Lo que el aprendizaje en grupo aporta en la generación de competencias interpersonales y otros factores no cognitivos valorados durante la carrera profesional y en el ámbito ciudadano.

#### 4.3.2.3 El aprendizaje situado

El aprendizaje situado<sup>31</sup> se plantea como un proceso de construcción individual y colaborativo en correlación a los saberes o formas culturales existentes, que permiten aplicar los conocimientos aplicados en un contexto determinado. Según STEIN<sup>32</sup>, la experiencia del aprendizaje situado posee cuatro principales premisas, las cuales son:

- El aprendizaje está relacionado con las acciones desarrolladas en una situación cotidiana.

---

<sup>29</sup> MATTHEWS, Mark. Collaborative learning knowledge with students. 1996. Citado por: BARLEY, Elizabeth, *et al.* Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madrid: Morata, 2007. p. 19. ISBN: 978-84-7112-522-4

<sup>30</sup> LIGHT, Richard. The Harvard Assessment Seminars, 2°. Cambridge: Harvard University, 1992.

<sup>31</sup> DÁVILA, Jimmy. Delimitación conceptual de las prácticas lúdicas con propósitos educativos. [PDF] En: Red Iddeal, Universidad Tecnológica de Pereira. Agosto de 2014, p. 499-511. ISSN: 978-958-722-201-2

<sup>32</sup> STEIN, David. Situated learning in adult education. [en línea] En: Eric development team. 1998, no. 195. p. 4-7. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418250.pdf>

- El conocimiento se adquiere de manera situacional y es transferido a situaciones similares.
- El aprendizaje es el resultado de un proceso social donde interviene el modo de pensar, percibir y solucionar problemas.
- El aprendizaje no está separado de un mundo de acciones, sino que existe en ambientes robustos y complejos.

#### **4.3.2.4 La teoría de creación de micromundos**

Los micromundos<sup>33</sup> son “la forma de representación de la realidad sobre un tema, que es refinado y pulido por los estudiantes para articular teoría, exploración y práctica”. Para SENGE<sup>34</sup>, los micromundos permiten la posibilidad de elaborar simulaciones limitadas de fenómenos del mundo real, que son controlados por los estudiantes y que abarca un ámbito abstracto descrito en un modelo, ofreciendo diversas oportunidades de alcanzar una meta establecida.

#### **4.3.2.5 La teoría del cognitivism**

El cognitivism<sup>35</sup> es una corriente psicológica, que principalmente analiza de manera científica los procesos y estructuras mentales con el fin de entender el comportamiento humano. También, son aquellas actividades mentales del estudiante que conducen a una respuesta y asimismo, consideran los procesos de planificación mental, organización de estrategias y formulación de metas. El enfoque cognitivo se sitúa en cambiar al estudiante mediante la estimulación para que utilice las estrategias instruccionales convenientes, es decir, deben codificar, almacenar, transformar y localizar la información suministrada en el proceso de aprendizaje.

---

<sup>33</sup> CARO, Belarmino. El eje temático como traductor, articulador y proyector de la propuesta de formación. [en línea]. En: Usbmed.edu.co. [Consultado: 26 de septiembre de 2018] Disponible en internet: [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/hemeroteca/r\\_47/nr\\_506/a\\_7000/7000.html](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_47/nr_506/a_7000/7000.html)

<sup>34</sup> SENGE, Peter. La Quinta Disciplina, el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. 2 ed. Buenos Aires, Argentina: Granica. ISBN: 9789506414306. p. 38.

<sup>35</sup> UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO. Teorías del aprendizaje. [En línea]. En: Unid.edu.mx. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/ED/TA/S06/TA06\\_Lectura.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/TA/S06/TA06_Lectura.pdf)



#### 4.3.2.6 La teoría del constructivismo

El constructivismo<sup>36</sup> según PIAGET, es estático (Categorización) y dinámico (Formación de categorías), teniendo una relación estable con los procesos de asimilación y acomodación. La asimilación constituye a la deformación de lo conocido, es decir, se recibe un estímulo o dato del medio (profesor), donde debe ser asimilada por el estudiante. La acomodación hace referencia a la modificación de esquemas previos, por lo cual, debe haber una nueva asimilación de información o datos a los nuevos esquemas planteados. Las bases del constructivismo<sup>37</sup> son la teoría cognitiva, donde el alumno aprende de manera natural, y la teoría perceptiva, que analiza los procesos de percepción de la realidad por parte del individuo.

En relación con VASCO<sup>38</sup>, el constructivismo pedagógico, hace referencia a propuestas pedagógicas y didácticas generales acerca de matemáticas, ciencias naturales, sociales, lenguaje, etc.

#### 4.3.2.7 La teoría del construccionismo

El construccionismo<sup>39</sup>, se basa principalmente de las teorías de Piaget, según el cual el conocimiento es construido por el individuo que aprende, además, expresa la idea de que esto sucede cuando el aprendiz se hace responsable de la elaboración de algo con significado social, y que permita de manera general compartir dicho conocimiento, por ejemplo, un programa de computación, un instrumento, una máquina, etc.

---

<sup>36</sup> PIAGET, Jean. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. 2001. Citado por: PERALES, Javier. Desarrollo cognitivo y modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. [en línea] En: Revista electrónica Dialnet. Abril de 1992, no. 13. p. 173-189. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://bit.ly/2dyW2vZ>

<sup>37</sup> DAVILA, Op. Cit., p. 501

<sup>38</sup> VASCO, Eduardo. Constructivismo en el aula ¿ilusiones o realidades? 2 ed. Bogotá: CEJA, 1998. ISBN: 958-683-079-9. p. 17.

<sup>39</sup> OBAYA, Adolfo. El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora. [en línea] En: unam.mx. Ciudad de México. (enero de 2003). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/construc.pdf>

#### 4.3.2.8 La lúdica

La lúdica para RAIMUNDO<sup>40</sup>, es un atributo de la naturaleza humana, que comienza en el interés del individuo por lo desconocido, generando felicidad por aprender y la motivación por comprender e imaginar situaciones cotidianas durante el proceso de aprendizaje.

Para BIANCHI<sup>41</sup>, la lúdica es una pedagogía que valora las relaciones dinámicas entre los individuos que componen la situación de enseñanza-aprendizaje y que a su vez, dan significado a las variables que intervienen en el proceso educativo: metodologías, contenidos, recursos, etc.

#### 4.3.2.9 El juego

El juego<sup>42</sup> es una actividad que genera placer y que no tiene una finalidad exterior a ella si no propia de su ejecución, además es una excelente alternativa de actividades de desarrollo emocional y de suma importancia en el proceso de socialización del ser humano, logrando una capacidad de desarrollo físico y mental en gran medida a la adquisición y consolidación de patrones de comportamiento creativo y de relación.

#### 4.3.2.10 La lúdica y el juego

Existe una relación entre la lúdica y el juego, por ejemplo para el autor YTURRALDE expresa que “el juego es lúdico, pero no todo lo lúdico es juego”<sup>43</sup> y autores como

---

<sup>40</sup> RAIMUNDO, Dinello. Lúdica y sociedad que re-creamos. [En línea]. Scribd. Uruguay. (05 de marzo de 2011). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/346006282/Ludica-y-Sociedad-Que-Re-creamos>

<sup>41</sup> BIANCHI, Ana. Pedagogía lúdica. Teoría y praxis: una contribución a la causa de niños. [en línea]. Docplayer. Ciudad de Mendoza. (20 de noviembre de 2014). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en: <https://docplayer.es/17073654-Pedagogia-ludica-teoria-y-praxis-una-contribucion-a-la-causa-de-los-ninos.html>

<sup>42</sup> DÁVILA, Op. Cit., p. 3

<sup>43</sup> YTURRALDE, Ernesto. ¿Qué es la lúdica?. [en línea]. Lúdica. Estado de Florida. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://www.ludica.org/>

ESTUPIÑÁN<sup>44</sup>, LARA, CÓRDOBA y GARCÍA<sup>45</sup> proponen escenarios lúdicos en relación al juego como metodología de enseñanza aplicados en diferentes niveles de educación. Para CHACÓN<sup>46</sup>, es importante que las prácticas lúdicas sean categorizadas dentro de los juegos pedagógicos ya que poseen un objetivo educativo y se estructura como un juego reglado, permitiendo la apropiación de los contenidos propios de la actividad en el desarrollo de la creatividad.

### 4.3.3 Elementos técnicos de las asignaturas

#### 4.3.3.1 Teoría general de Lean Manufacturing

Lean Manufacturing<sup>47</sup> es un proceso continuo de cambio que involucra a todos en la organización, con el fin de reducir costos y desperdicios (tangibles e intangibles) generados en el proceso. Es importante resaltar, que el éxito de implementar Lean Manufacturing dentro de la organización depende si todo el personal cree en la metodología.

Según WANG<sup>48</sup>, Lean Manufacturing es “la producción de bienes utilizando menos de todo en comparación con la producción en masa: menos gastos, menos inversión en herramientas, menos tiempo de ingeniería en el desarrollo de un nuevo producto, menos esfuerzo humano, menos espacio de manufactura”.

---

<sup>44</sup> ESTUPIÑÁN, Fernando. El juego y la lúdica en la reforma educativa de Colombia. [en línea]. En: [ulibertadores.edu.co](http://ulibertadores.edu.co). Cartagena. (06 de agosto de 2013). [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/LP/article/viewFile/2164/2070>

<sup>45</sup> CÓRDOBA, Evelyn; LARA, Fernando y GARCÍA, Andrés. El juego como estrategia lúdica para la educación inclusiva del buen vivir. [en línea]. En: Facultad de Educación de Albacete. Junio de 2016, no. 32-1. p. 82-85. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <https://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos/article/viewFile/1346/pdf>

<sup>46</sup> CHACÓN, Paula. El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula?. [en línea] En: Nueva Aula Abierta. Julio de 2008, no 16, p. 4. Citado por: DÁVILA, Jimmy. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co:8080/handle/10614/8305>

<sup>47</sup> KREMER, Roger y TAPPING, Don. The lean manufacturing training set. 1 ed. New York: MCS Media, Inc., 2005. ISBN: 978-0972572873. p.5.

<sup>48</sup> WANG, John. Lean manufacturing business bottom-line based. 1 ed. New York: CRC Press, 2011. ISBN: 978-1-4200-8602-7. p.2.

Los siete principales desperdicios<sup>49</sup> que la metodología Lean Manufacturing pretende minimizar son:

- **Sobreproducción:** Es fabricar un producto antes de que sea realmente necesario o requerido, generando altos costos de manufactura y un flujo no constante de materiales, que puede afectar la calidad y productividad de la empresa.
- **Exceso de inventario:** Tiende a esconder problemas dentro de la planta de producción, por tal motivo, es importante que sean identificados y ser solucionados para obtener un mayor rendimiento. Las consecuencias del exceso de inventario es que incrementa el lead time, consume espacio productivo de la planta y reprime la comunicación entre el personal.
- **Espera:** Ocurre cuando los bienes no se mueven o no están siendo procesados, esto puede ser ocasionado por el diseño incorrecto de flujo de materiales y de información.
- **Transporte:** Significa que el transporte de producto entre procesos incurre en costos que no generan valor en el producto. Tener excesos de movimiento puede causar daños y deteriorar la calidad del producto.
- **Movimiento innecesario:** Está relacionado con el transporte de materiales, y puede generarse cuando un productor, trabajador o un equipo realiza movimientos que podrían causar daños, fatiga y problemas de seguridad.
- **Exceso de procesamiento:** Es usar los recursos más costosos en actividades o tareas para las características del diseño que no han sido especificados por el cliente.
- **Defectos:** Tiene un gran impacto en el resultado final, produciendo retrabajo o aumentando los desperdicios que pueden ser costosos para la organización.

Para minimizar los siete desperdicios que pueden generarse dentro de una organización, se han creado herramientas de Lean Manufacturing presentadas a continuación:

- **Value Stream Mapping (VSM)<sup>50</sup>:** Es una herramienta analítica utilizado mayormente por los consultores internos o externos, con el propósito de identificar áreas en todo el proceso de producción para realizar mejoras significativas. En este “mapa” se deben incluir los proveedores, clientes y consumidores, así como el

---

<sup>49</sup> KREMER, Op. Cit., p. 8

<sup>50</sup> PAGE, Julián. Implementing Lean Manufacturing Techniques.1 ed. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, 2004. HD: 31. P2353 2003. p.115.

sistema de comunicación. Para evidenciar los cambios y las mejoras es conveniente realizar un “mapa” de valor antes y después.

- **La metodología 5s<sup>51</sup>**: Es una de las herramientas más utilizadas en las organizaciones que desean mejorar los espacios de trabajo y la estandarización, mediante la disciplina fomentada en todos los niveles de la organización. Las 5s son:

- Separar lo innecesario (Seiri): Identificar cada uno de los elementos que son necesarios en el área de trabajo, con el fin de eliminar o deshacer los que no agregan valor.

- Orden (Seiton): Ubicar los elementos necesarios de tal forma que sean fáciles y rápidos de encontrar. Se recomienda crear límites e indicadores de localización temporales.

- Limpieza (Seiso): Identificar las fuentes que generan la suciedad, con el propósito de eliminarlos, además, de promover la limpieza en el lugar de trabajo.

- Estandarizar (Seiketsu): Se debe estandarizar las tres primeras Ss, mediante la implementación visual de controles y normas para todo el personal.

- Mantener la disciplina (Shitsuke): Sostener las ganancias a través de la promoción de la disciplina, entrenamiento, comunicación, y el involucramiento total de todos los niveles de la organización.

- **Kanban<sup>52</sup>**: Es un sistema de control de producción impulsado por la filosofía Just in Time que permite aprovechar plenamente las capacidades de los operarios. Se maneja mediante una tarjeta de pedido denominado Kanban, y pueden ser de dos clases:

- Kanban de transporte: También denominado retiro de material, y se utiliza para pasar de un proceso a otro. Indica la cantidad necesaria a recoger en el proceso posterior.

---

<sup>51</sup> WANG, Op. Cit., p. 5

<sup>52</sup> PADILLA, Lilian. Manufactura esbelta/ágil. [en línea] En: Revista Ingeniería Primero. Enero de 2010, No 15. p. 65-68. [Consultado: 29 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL\\_15\\_MEC01.pdf](http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL_15_MEC01.pdf)

- **Kanban de producción:** Se función es ordenar la producción de la parte retirada por el proceso subsiguiente.
- **Kaizen:** “Es un sistema de mejora continua de calidad, tecnología, procesos, cultura, productividad, seguridad y liderazgo. Esta metodología de mejora combina herramientas de Lean Manufacturing como 5s para la organización del trabajo y estandarización, Kanban, reducción de configuración y ajustes de línea”<sup>53</sup>. En toda la organización debe existir motivación y compromiso para una correcta implementación de la misma.
- **Single Minute Exchange of Die (SMED):** Se utiliza principalmente para reducir o disminuir los tiempos de cambio en las máquinas o en las líneas de producción<sup>54</sup>. La metodología fue diseñada y desarrollada por un gurú de la calidad llamado Shigeo Shingo, quien la definió como “Cambio de dados en menos de diez minutos” o como lo conocemos actualmente como “Single Minute Exchange of Die (SMED)”<sup>55</sup>, cuyo propósito es realizar de manera efectiva, los cambios de herramientas en menos de diez minutos.

Es importante que, dentro de las organizaciones, las herramientas sean preparadas y ajustadas mientras la máquina sigue operando y, además, detener la máquina con el fin de realizar cambios en el menor tiempo posible.

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**<sup>56</sup>: Es una técnica diseñada y desarrollada en Japón en el año 1970, nació de la necesidad de mejorar la calidad de los productos y servicios. Esta técnica promueve la unión de diferentes factores que están intrínsecos en una organización, los cuales son: El hombre, la máquina y la empresa. Con relación a los equipos, significa la incorporación de diferentes filosofías como “Ruptura cero”, “Defecto cero” y “Accidente cero”.

---

<sup>53</sup> WANG, Op. Cit., p. 7

<sup>54</sup> REYES, Aguilar. Manufactura delgada (lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. [en línea] En: Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Junio de 2002, no. 205. p. 57-63. [Consultado: 29 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <https://bit.ly/2KQ8pp6>

<sup>55</sup> SHINGO, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. 1 ed. Cambridge: Productivity Press, 1985. ISBN: 0-91529-03-8. p.19.

<sup>56</sup> LOURIVAL, Augusto. Administración moderna de mantenimiento. 1 ed. Brasil: Novo Polo, 1999. p. 109.

Los pilares fundamentales del TPM son:

- Mejoras enfocadas o Kaizen.
  - Mantenimiento autónomo.
  - Mantenimiento planificado.
  - Mantenimiento de calidad.
  - Mantenimiento de prevención.
  - Mantenimiento en áreas administrativas.
  - Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.
- 
- **Gestión visual**<sup>57</sup>: Son un grupo de medidas prácticas que buscan la manera de configurar, de manera simple, la información de alto valor agregado que exponga las pérdidas en el sistema productivo y las posibilidades de mejora. Estas prácticas permiten la rápida captación y difusión de la información en todo el personal, aumentando así, la motivación del trabajador al contribuir en la toma de decisiones.

Existen diferentes técnicas de gestión visual que pueden encontrarse en una planta de producción:

- Identificación de espacios y equipos por medio de marcas de códigos de colores.
- Métodos de organización a partir de hojas de instrucciones, planificación del trabajo, recomendaciones de calidad, etc.
- Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes en el trabajo.
- Etiquetas de especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado.
- Identificación de stocks, de trabajos en procesos y de reprocesos.
- Señales de monitorización de máquinas.

---

<sup>57</sup> HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. [en línea] En: Savia. Mayo de 2013, no. 178. p. 52-55 [Consultado: 20 de febrero de 2018] Disponible en internet: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

- **Heijunka**<sup>58</sup>: Es una herramienta que permite la planificación y nivelación de la demanda de clientes en volumen y variedad de productos durante cierto periodo de tiempo. La correcta gestión del Heijunka requiere del conocimiento oportuno de la demanda de clientes y los efectos que conlleva ésta en el proceso productivo, así mismo, la rigurosa observación de los principios de estandarización y estabilización.

Para la nivelación de la producción por volumen y por tipo de producto, existe una herramienta denominada la caja Heijunka o caja de nivelación, que contiene filas que representan cada miembro de una familia de productos y columnas los intervalos de tiempo de producción igualitarios. En las intersecciones entre filas y columnas se encuentran las ranuras donde se depositarán los kanban de producción correspondiente. Por medio de esta herramienta, el flujo es continuo desde la procedencia de material de los proveedores hasta la consecución del producto mediante las instrucciones de producción.

- **Método Jidoka**<sup>59</sup>: Es un sistema de control autónomo de defectos, es decir, el empleado tiene la capacidad de detener una máquina si detecta alguna anomalía, permitiendo también, la concesión de responsabilidad a cada operario en transferir su habilidad o característica Jidoka en su entorno de trabajo, aún más que una máquina automática. Esto facilita que el sistema productivo de la empresa esté diseñado de tal forma que evite la existencia de unidades defectuosas, ya que, las causas reales de los problemas son identificados tan pronto se localizan.

- **Poka Yoke**<sup>60</sup>: Es un sistema de autoinspección o mejor conocido como a prueba de “tontos”. Hace referencia a mecanismos o dispositivos que una vez implementados, impiden que existan defectos, aunque se cometan errores. Estos dispositivos o mecanismos poseen tres funciones básicas que son el paro, control y aviso, y sus características son la simplicidad dado que son pequeños y de rápida acción, en su mayoría sencillos y económicos. Otra característica es su eficacia, es decir, se ejecutan por si mismos en cada acción del proceso en el que se encuentran, independientemente de las funciones del operario.

- **Andon**<sup>61</sup>: Es un sistema de señalización (Audio o visual) que se activa cuando el operario detecta defectos o irregularidades en el proceso. Esta señal alerta a todos los operarios de la sección donde se encuentre y permite la comunicación

---

<sup>58</sup> *Ibíd.*, p. 70

<sup>59</sup> CARRERAS, Manuel y SÁNCHEZ, José. *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. p. 162.

<sup>60</sup> *Ibíd.*, p. 163

<sup>61</sup> *Ibíd.*, p. 161



entre los trabajadores con el fin de dar solución al problema identificado. La señal puede ser un dispositivo que encienda un botón correspondiente a un código de color correspondiente al tipo de problema.

#### 4.3.3.2 Teoría general de Lean Six Sigma

En 1987, Six Sigma fue diseñada e implementada por primera vez en la empresa multinacional Motorola, mediante un equipo especializado dirigido por el presidente de la compañía Bob Galvin, con el fin de reducir los defectos de los productos electrónicos que se producían en aquel entonces<sup>62</sup>. Six Sigma tiene un enfoque disciplinado y centrado para la mejora continua de la calidad de productos y servicios, mediante la mejora de los procesos de una determinada empresa<sup>63</sup>.

Para ESCALANTE<sup>64</sup>, el significado de Six Sigma (SS) representa una filosofía de trabajo, una métrica y una meta. Como filosofía de trabajo, significa el mejoramiento continuo de procesos y productos respaldados por la metodología Six Sigma y el uso de herramientas estadísticas. Como métrica, representa una manera de medir y evaluar el desempeño de un proceso en relación al nivel de productos y servicios fuera de especificación. Como meta, un proceso con nivel de calidad Six Sigma significa estadísticamente que se encuentra en un nivel de clase mundial, quiere decir, que no se producen productos y servicios defectuosos.

Es importante recalcar, que si un proceso de una empresa tiene<sup>65</sup> un nivel de calidad de Seis Sigma ( $6\sigma$ ), genera como máximo 3,4 defectos por millón de oportunidades. Para lograrlo, debe desarrollarse un plan riguroso y extenso, diseñado y ejecutado por la alta dirección de una organización. De esta manera, como se observa en la figura 1, un proceso de nivel de calidad Seis Sigma coincide<sup>66</sup>

---

<sup>62</sup> GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico de calidad y seis sigma. 2 ed. Distrito Federal: McGraw-Hill, 2009. ISBN: ISBN: 970-10-6912-7. p. 420.

<sup>63</sup> CHEN, Chris y ROTH, Hadley. The big book of six sigma training games. 1 ed. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN: 0-07-144385-1. p. 17.

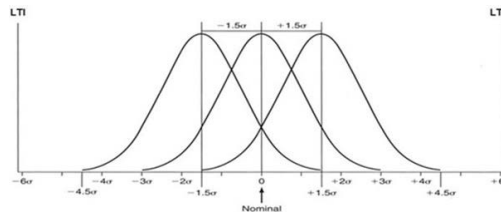
<sup>64</sup> ESCALANTE, Edgardo. Seis-sigma metodología y técnicas. 2 ed. Distrito Federal: LIMUSA, 2015. ISBN: 978-607-05-0448-8. p. 15.

<sup>65</sup> GUTIÉRREZ, Op. Cit., p. 420.

<sup>66</sup> EVANS, James. Administración y control de la calidad. 7 ed. México: Cengage Learning, 2008. ISBN 970-686-836-4. p. 531-538.

en una variación igual a la mitad de la tolerancia del diseño, permitiendo así, que la media del proceso pueda variar 1,5 desviaciones estándar ( $\pm 1,5 \sigma$ ) de la meta.

**Figura 1. Proceso 6-Sigma con un desplazamiento de 1,5 Sigma del valor central**



**Fuente:** ÁLVAREZ, Héctor. Nivel sigma de corto y largo plazo [gráfico]. Perspectivas Six Sigma. Barcelona, España. 2003. [Consultado el 28 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/perspectivass.pdf>

La satisfacción del cliente es “una función de toda la experiencia con la organización y no sólo con la unidad adquirida”<sup>67</sup>, y es entonces, la primera medida de calidad de una empresa. Existen proyectos<sup>68</sup> que no cumplen las expectativas del cliente o no se logran alcanzar las metas de productividad debido a su poco alcance o lentitud en desarrollarse, por lo que la estrategia Seis Sigma se apoya en las ideas y metodologías del proceso esbelto (lean process, en inglés), es entonces cuando se habla Lean Six Sigma que representa los aspectos principales del proceso esbelto para reducir las actividades innecesarias que no agregan valor a fin de disminuir los reprocesos y el tiempo de ciclo.

Con relación a lo anterior, según GUTIÉRREZ<sup>69</sup>, para lograr un proceso esbelto se debe tener en cuenta cinco principios fundamentales que guíen los esfuerzos y las acciones dirigidas en eliminar la lentitud, las actividades innecesarias, los atascos, entre otros. Los cinco principios son:

- Especificar el valor para cada producto específico (qué se agrega).

<sup>67</sup> BESTERFIELD, Dale. Control de calidad. 8 ed. Distrito Federal: Pearson, 2009. ISBN: 978-607-442-121-7. p 37.

<sup>68</sup> GUTIÉRREZ, Op. Cit., p. 437.

<sup>69</sup> GUTIÉRREZ, Op. Cit., p. 437.

- Identificar el flujo del valor para cada producto (en qué etapas se va agregando).
- Agregar valor en flujo continuo, sin interrupciones.
- Organizar el proceso para que sea el cliente quien jale valor desde el productor (Kanban).
- Buscar la perfección.

La metodología Seis Sigma se basa en ciclo de Deming<sup>70</sup> como se puede contemplar en la figura 2. El ciclo de Deming es una guía lógica y racional para resolver problemas en diversas situaciones específicas.

**Figura 2. Ciclo de Deming**



**Fuente:** PROCESOS Y DESARROLLO SOSTENIBLE S.A.C. Mejora continua [imagen]. Perú: Perú Innova Proyectos. 2017. [Consultado el 10 de octubre de 2016]. Disponible en internet: <https://peruinnovaproyectos.wordpress.com/empresa/mejora-continua/>

Con base a lo anterior, el desarrollo de la metodología Seis Sigma para ESCALANTE<sup>71</sup> está compuesta por una serie de fases denominadas DMAIC:

### **Fase 1: Definir (D)**

- Definir a los clientes y sus requerimientos (CTQs).
- Formar el equipo.
- Definir el “chárter” y el plan del proyecto.
- Desarrollar un mapa del proceso del alto nivel.

<sup>70</sup> ESCALANTE, Op. Cit., p. 30.

<sup>71</sup> ESCALANTE, Op. Cit., p. 31-32.

En esta fase se define el problema y se selecciona el proyecto. Se utilizan diferentes herramientas como el diagrama de Pareto, el histograma, gráfico de tendencias, entre otras.

### **Fase 2: MEDIR (M)**

- Desarrollar un mapa detallado del proceso.
- Identificar entradas y salidas.
- Evaluar el sistema de medición.
- Evaluar la capacidad inicial del proceso y su potencialidad.

En esta fase se define y se describe el proceso, se evalúan los sistemas de medición y la capacidad del proceso. Se hace uso de diferentes herramientas tales como, los diagramas de flujo, el diagrama de Ishikawa, la Técnica de Grupo Nominal (TGN), Repetibilidad y Reproducibilidad (RR), el método de análisis de varianza (ANOVA), entre otras.

### **Fase 3: ANALIZAR (A)**

- Identificar las entradas críticas potenciales.
- Determinar las entradas críticas.
- Ajustar el proceso.
- Evaluar la capacidad del proceso ajustado.

En esta fase se determinan las variables significativas del proceso. Se utilizan diferentes herramientas como la prueba de hipótesis, el diseño y análisis de experimentos, el análisis de varianzas y de medias, el diseño factorial, los gráficos multivari, entre otras.

### **Fase 4: MEJORAR (I)**

- Optimizar las entras críticas.
- Generar y probar soluciones posibles.
- Seleccionar la mejor solución.
- Diseñar un plan de implementación.
- Verificar la capacidad final del proceso.

En esta fase se optimiza y se robustece el proceso. Las diferentes herramientas que se pueden emplear son los diagramas de dispersión, el análisis de regresión línea, múltiple y polinomial, superficies de respuestas, entre otras más.

### **Fase 5: CONTROLAR (C)**

- Desarrollar un plan de control y monitoreo.
- Obtener la aprobación-recibo del dueño del proceso.
- Elaborar el reporte final/lecciones aprendidas.
- Mejorar continuamente.

En esta fase se controla el proceso para una mejora continua. Las herramientas que se pueden manejar son el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) la cual permite reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas, el gráfico de sumas acumuladas de medias (CUSUM) para detectar cambios pequeños o medianos en la media del proceso, el gráfico EWMA (Exponentially Wighted Moving Average, en inglés) que al igual que el gráfico de CUSUM, facilita la detección de cambios pequeños en la media del proceso, los gráficos de control para mostrar el comportamiento de cierta característica de calidad de un proceso, la capacidad del proceso, donde se determina si el proceso es capaz de producir piezas dentro de las especificaciones, entre otras.

Es de gran importancia que durante el desarrollo de la metodología Seis Sigma<sup>72</sup> se designen responsabilidades de tiempo completo dentro de la organización:

- Líder de Seis Sigma: Es el ejecutivo de más alto rango y es la persona encargada de desarrollar y fomentar la filosofía de Seis Sigma. A su vez, debe recibir la capacitación adecuada que le permita tener conocimiento acerca de los costos y beneficios de implementar Seis Sigma.
- Líder de implementación: Puede ser el vicepresidente o el director ejecutivo de Seis Sigma. Se encarga de la dirección ejecutiva de la iniciativa de Seis Sigma y de impulsar el pensamiento, las herramientas y los principios de esta filosofía.
- Champions (Campeones o patrocinadores): Se designan a los gerentes de planta o de área. Son responsables de garantizar con éxito la implementación de Seis Sigma en sus áreas operacionales, proveer ante terceros los recursos

---

<sup>72</sup> GUTIÉRREZ, Op. Cit., p. 590-593

necesarios para su implementación y de manejar las reuniones periódicas de revisión sobre proyectos relacionados a Seis Sigma.

- Master black belts (Maestros cinta negra): Son personas expertas en herramientas de Seis Sigma y por lo general, son de tiempo completo en proyectos relacionados a la metodología SS. Sus responsabilidades son: mantener una cultura de calidad dentro de la organización, realizar asesorías a los individuos involucrados en el proyecto, apoyar y supervisar el monitoreo del progreso, y supervisar el entrenamiento de los equipos de proyectos.
- Black belts (Cintas negras): Son catalogados como el alma operativa de la metodología Seis Sigma. Son personas de tiempo completo y se encargan de liderar, inspirar, dirigir, supervisar, delegar, entrenar a los Green belts.
- Green belts (Cintas verdes): Son ingenieros, expertos técnicos o analistas financieros que desarrollan proyectos con el fin de dar solución a los problemas presentados dentro de sus áreas operacionales.
- Yellow belts (Cintas amarillas): Son el personal de piso, que han sido capacitados sobre las herramientas y conceptos básicos de calidad y solución de problemas de sus áreas respectivas.

## 5. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto, se requiere de la ejecución de determinadas actividades, que den lugar, al cumplimiento de los objetivos descritos anteriormente. La investigación a utilizar será descriptiva, para lo cual, se recogerá información acerca de diferentes actividades con enfoque lúdico para diseñar o rediseñar dichas actividades para ser implementadas posteriormente en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción.

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no existe una manipulación directa de las variables independientes y que en consecuencia no producirá ningún efecto sobre otra variable (Dependiente). Es transeccional, ya que la recolección de los datos, como las características de las actividades con enfoque lúdico o los recursos materiales, humanos y de espacio, será en un momento único y de tiempo único.

El método de la investigación es inductivo, porque los resultados y conclusiones generales que se pretenden alcanzar en este proyecto, tienen como base, antecedentes particulares.

A continuación, se describe cada una de las etapas desarrolladas durante este proyecto:

### 5.1 IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS QUE REQUIERAN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO

Para determinar la muestra de la población objetivo de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción, se tuvo en cuenta la cantidad de estudiantes que la cursaron desde el primer período del año del 2016, hasta el tercer periodo del 2017, con un total de 72 estudiantes. Cabe resaltar que, para el primer y segundo periodo del año 2016, y el primer periodo del año 2017, la asignatura correspondía con el nombre de Lean Manufacturing. Se aplicó la fórmula universal para el cálculo de muestra con población finita y como no existen antecedentes vinculados con la investigación, se estableció que el porcentaje de aceptación y rechazo es del 50%. Como el trabajo desarrollado es descriptivo, no es necesario incluir la hipótesis, según lo expresa los autores GARCÍA, REDING Y LÓPEZ<sup>73</sup>, sin embargo, debe

---

<sup>73</sup> GARCÍA, José; REDING, Arturo y LÓPEZ, Juan. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. [en línea] En: Investigación en Educación Médica, México D.F, México. 2013, Vol. 2. p. 220. [Consultado: 23 de octubre de 2018] Disponible en internet: <https://ac.els->

tenerse en cuenta el porcentaje de aceptación y rechazo para el cálculo del tamaño de la muestra de la población objetivo. De igual modo, se utilizó un nivel de confianza del 95% y un nivel de significación o error del 5%, respectivamente.

Fórmula universal para el cálculo de la muestra de población finita<sup>74</sup>

$$n = \left[ \frac{Z \frac{\alpha^2}{2} * PQ * N}{(N - 1)e^2 + Z \frac{\alpha^2}{2} * PQ} \right] \text{ (ecuación No. 1)}$$

Dónde:

$\alpha$ : Nivel de significación

N: tamaño de la población o universo.

Z: Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza.

P: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

Q: Probabilidad de fracaso.

e: Error máximo admisible en términos de proporción.

Para la asignatura Calidad Lean Six Sigma, la población objetivo se obtuvo a partir de la cantidad de estudiantes que cursaron la asignatura desde el primer período académico del 2016 hasta el primer periodo académico del 2018. Cabe resaltar que, en el primer y tercer periodo académico del año 2017, no se ofertó la asignatura debido a la falta de inscripciones por parte de los estudiantes. El total de estudiantes de población finita fue de 33. De igual manera, se utilizó la fórmula universal para realizar el cálculo del tamaño de la muestra y como no existen antecedentes relacionados con la investigación, se fijó que el porcentaje de aceptación y rechazo es del 50%, con un nivel de significancia del 95% y un error del 5%.

Para identificar las herramientas donde se sugiere que las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico sean un instrumento complementario a las

---

cdn.com/S2007505713727157/1-s2.0-S2007505713727157-main.pdf?\_tid=af8f1e40-1f1b-467f-b8f5-1ee640686fa9&acdnat=1540396604\_bf764dc3e2c71150da618ab026e84bdc

<sup>74</sup> VALDIVIESO, Carlos, et al. Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árbol de decisión. [en línea] En: Upb.edu. 2011. Bolivia. 2011. p. 158. [Consultado: 26 de febrero de 2018] Disponible en internet: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/iad/wpaper/0311.pdf>



clases magistrales, se tuvo en cuenta el contenido programático de ambas asignaturas, suministrado por el Departamento de Operaciones y Sistemas.

En la recolección de datos necesarios para la realización de esta investigación, se utilizó la técnica de la encuesta con preguntas de tipo mixtas (Ver anexo A y B), es decir, el encuestado podía seleccionar una opción de respuesta o varias de ellas, y además, la inclusión de una pregunta abierta teniendo la posibilidad de escribir su propia respuesta si alguna de las opciones de respuesta presentadas no era la indicada. La pregunta dirigida a los docentes fue: Si actualmente es o ha sido docente de los cursos anteriormente indicados, por favor señale con una "x" las herramientas que considere usted, deberían tener una actividad de aprendizaje activo con enfoque lúdico que permita reforzar el tema visto en clase. Igualmente, existen dos casillas vacías con el propósito de que si usted, tiene sugerencias acerca de incluir otra temática que no se encuentre en el contenido programático, por favor nos lo haga conocer, utilizando dichos espacios. Por último, la pregunta dirigida hacia los estudiantes fue: Como estudiante que cursó o está cursando las asignaturas anteriormente indicadas, por favor señale con una "x" las herramientas que considere usted, deberían tener una labor de aprendizaje activo con enfoque lúdico que permita reforzar el asunto visto en clase. Igualmente se colocaron dos casillas vacías con el propósito de que si usted, tiene sugerencias que hacer acerca de incluir otro tema que no se encuentre en el contenido programático, por favor nos lo haga saber.

Se analizaron cuantitativamente las encuestas realizadas a los docentes y estudiantes de ambas asignaturas por medio de la inferencia estadística, lográndose identificar las herramientas que para los encuestados requerían de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico. La percepción de los estudiantes se utilizó como método inicial para realizar la valoración de opinión acerca de aspectos metodológicos que se desarrollan en las asignaturas, ya que ellos tienen como limitación, el desconocimiento sobre Pedagogía/Andragogía para dar una opinión técnica.

Finalmente, se seleccionaron las herramientas identificadas a partir de una ponderación de factores, donde se fijó un porcentaje de criterio del 70% para los docentes y un 30% para los estudiantes. El método consistió en la sumatoria de productos entre el criterio fijado a los docentes por la percepción de los mismos (resultado generado de las encuestas) y el criterio fijado a los estudiantes por la percepción de los mismos (resultado generado de las encuestas). Posteriormente, se obtuvo una percepción combinada por cada una de las herramientas, y se ordenó de mayor a menor (orden descendente) cada una de ellas dependiendo del valor porcentual obtenido. Por último, se fijó un criterio de aceptación de 5 herramientas para cada una de las asignaturas. Cabe resaltar, que el criterio del 70% para los

docentes y el 30% para los estudiantes, fue seleccionado a criterio del autor, con el fin de que los docentes tuvieran mayor porcentaje de criterio en comparación con los estudiantes. Así mismo, el criterio de aceptación de 5 herramientas para cada asignatura, fue escogido a opinión del autor con el fin de seleccionar las 5 primeras herramientas con mayor percepción combinada.

**Resultados esperados:** Un documento donde se especifique las herramientas de las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción del Programa de Ingeniería Industrial que requieran de actividades con enfoque lúdico para un aprendizaje activo de los estudiantes.

## **5.2 DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EXISTENTES**

Se utilizaron los recursos adquiridos por la Universidad Autónoma de Occidente, específicamente los kits de simulación creados por la compañía The LeanMan<sup>75</sup>, para el diseño o rediseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción. Para la herramienta Poka-Yoke de Gestión Avanzada de la Producción, se tomó como base el video titulado “Poka Yoke” del autor FERREIRA<sup>76</sup> y el video titulado “Poka Yoke/Smed Whale Simulation” del autor EWOLDT<sup>77</sup> ya que se presentaba la herramienta Poka-Yoke como una actividad de aprendizaje activo con enfoque lúdico en los estudiantes de prueba. Así mismo, se empleó el kit de simulación de la Catapulta desarrollado por el Maestro de Cinta Negra en Six Sigma, Bill Rusell<sup>78</sup>, para las herramientas seleccionadas en el curso de Calidad Lean Six Sigma. Estos recursos fueron utilizados con el fin de aprovechar la inversión realizada por la Universidad. Además, la Universidad determinó a partir de diferentes consultas internacionales, que la compañía The LeanMan y el autor Bill

---

<sup>75</sup> THE LEANMAN. Products & Simulations. [en línea]. Lean Manufacturing Simulation Kits. Michigan. 2004. [Consultado el 25 de enero de 2018]. Disponible en internet: <https://www.theleanman.com/>

<sup>76</sup> FERREIRA, Roger. Poka Yoke. [en línea]. YouTube. Brasil. (18 de octubre de 2014). [Consultado: 6 de julio de 2018] Disponible en internet: [https://www.youtube.com/watch?v=jPmQSzc\\_L9A](https://www.youtube.com/watch?v=jPmQSzc_L9A)

<sup>77</sup> EWOLDT, Crystal. Poka Yoke/Smed Whale Simulation. [en línea]. YouTube. (21 de octubre de 2010). [Consultado: 6 de julio de 2018] Disponible en internet: <https://www.youtube.com/watch?v=3LcNgLK0688&fbclid=IwAR0rysYve3GZnxMEWmgQvYFqxn0WGDvlvPrt45jflyjReLmGFOXqWeQUbls>

<sup>78</sup> RUSELL, Bill. Learning statistics using the catapult. [PDF] En: Breakthru Improvement Associates. Dallas, septiembre de 2006, 3 d. p. 12-180.

Rusell, correspondían a fuentes de consulta fiables y verificables con el fin de realizar la adquisición de los kits de simulación para las asignaturas mencionadas.

Se identificaron los recursos materiales, humanos y espaciales, así como el procedimiento general de cada uno de los kits de simulación, a partir de una consulta a los diferentes materiales incluidos dentro de los kits. Tales como: presentaciones en Microsoft PowerPoint, manuales de instrucciones, plantillas de trabajo y documentos en físico o en cd donde explicaban los conceptos teóricos implícitos en cada una de ellas.

**Resultados esperados:** Un documento donde se identifiquen los recursos materiales, humanos y espaciales, además del procedimiento general aplicable a todos y cada uno de los kits de simulación.

### **5.3 DISEÑO O REDISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO IDENTIFICADAS**

Con base en los kits de simulación y los videos de la plataforma YouTube identificadas en la fase dos, se rediseñaron dichas actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico teniendo en cuenta el trabajo desarrollado por ARAGÓN\*, titulado “GUÍA DE LABORATORIOS – GENERAL” (Ver anexo C). Se documentaron diversos ítems del formato de práctica de laboratorio para docentes del autor mencionado, como los objetivos de la actividad, los conceptos abordados, los recursos materiales necesarios, las normas de Seguridad y Orden, la duración estimada, consideraciones especiales durante el desarrollo de la actividad, la preparación y el procedimiento de la actividad, y los resultados e informe de la misma.

Con la finalidad de presentar los diseños iniciales de las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en el formato de guía de laboratorio, aunque no estuviera definido en ninguno de los objetivos, se realizó una prueba inicial para confirmar que cada uno de los ítems definidos cumpliera los parámetros establecidos. La prueba inicial consistió en la preparación del espacio de trabajo y la simulación de cada una de las guías de laboratorio por los Auxiliares de Laboratorio y estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial en el laboratorio de Gestión de Operaciones. Así mismo, se desarrolló una plantilla de prueba inicial (Ver anexo D) para que los

---

\* Guía de laboratorio general desarrollado por el docente Alexander Aragón de la Universidad Autónoma de Occidente el 03 de marzo de 2018.

Auxiliares de Laboratorio y los estudiantes respondieran diferentes preguntas dicotómicas e hicieran observaciones y sugerencia, una vez finalizado la simulación correspondiente a cada una de las guías de laboratorio.

**Resultados esperados:** Un documento donde se describe cada una de las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico teniendo en cuenta el formato de práctica de laboratorio.

Un documento, donde se establecen diferentes preguntas, observaciones y sugerencias en el desarrollo de las actividades por parte de los Auxiliares de Laboratorio y de estudiantes del Programa de Ingeniería Industrial.

## **6. IDENTIFICACIÓN DE TEMÁTICAS QUE REQUIERAN DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS ASIGNATURAS CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y GESTIÓN AVANZADA DE LA PRODUCCIÓN**

En la actualidad diferentes asignaturas del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, incorporan prácticas de laboratorio con actividades de aprendizaje activo enfocados en la lúdica, con el fin de que los estudiantes refuercen el conocimiento teórico adquirido en las clases magistrales. Con base en lo anterior, la finalidad del presente estudio es identificar las herramientas que requieran actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción.

Esta investigación permitió conocer la percepción que tienen los docentes y estudiantes de la necesidad de implementar actividades con enfoque lúdico en las asignaturas mencionadas. La población objeto de estudio de docentes se encuentra conformada por dos docentes que orientaron la asignatura Gestión Avanzada de la Producción en el tercer periodo académico del año 2017, un docente de hora cátedra que orientó el curso de Calidad Lean Six Sigma en el primer periodo académico del año 2018 y un docente de planta que orientó la misma en años anteriores al 2018, para un total de 2 docentes para el curso de Calidad Lean Six Sigma. Con relación a la población objeto de estudio de estudiantes, se encuentra constituida por 72 estudiantes para el curso de Gestión Avanzada de la Producción, distribuidos de la siguiente manera: para el primer periodo académico del año 2016 un total de 17 estudiantes, en el tercer periodo académico del año 2016 un total de 15 estudiantes, en el primer periodo académico del año 2017 un total de 21 estudiantes y para el tercer periodo académico del año 2017 un total de 19 estudiantes. En correspondencia con la asignatura Calidad Lean Six Sigma, el total de estudiantes fue de 33, distribuidos de la siguiente manera: para el primer periodo académico del año 2016, un total de 9 estudiantes, en el tercer periodo académico del año 2016, un total de 9 estudiantes y para el primer periodo académico del año 2018, un total de 15 estudiantes.

Reemplazando los datos en las variables de la ecuación No. 1, se obtuvo que el tamaño de la muestra es de 61 estudiantes para la asignatura Gestión Avanzada de la Producción y para el curso Calidad Lean Six Sigma un tamaño de la muestra de 31 estudiantes, sin embargo, como el número de estudiantes logrado en la muestra no representa una diferencia significativa en relación con la cantidad total de estudiantes de la población objetivo, se procedió a realizar las encuestas al total de la población objetivo.

Como se puede observar en la información anterior, no se utilizaron los estudiantes que cursaron las asignaturas antes del primer periodo académico del año 2016,

debido al difícil contacto que se tenía con ellos por la razón de estar graduados. Además, comprometía el aumento de la población objetivo causando que el tamaño de la muestra fuese aún mayor, y por los inconvenientes que conllevaba el contactar a cada uno de ellos ya sea por vía red social o por número telefónico, se descartaron estos estudiantes para la realización de las encuestas.

## **6.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA ENCUESTA POR MEDIO DE LA INFERENCIA ESTADÍSTICA**

En esta etapa se dará inicio al análisis correspondiente a la pregunta realizada en la encuesta dirigida a los docentes que orientan u orientaron las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción, y a los estudiantes que cursan o cursaron las asignaturas mencionadas. Esta técnica de recolección de datos fueron utilizados en estudios anteriores, de manera puntual en los trabajos de grado “Diseño de herramientas lúdicas para el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos de Gestión de Operaciones I y II, Lean Manufacturing y Administración de la Producción y Servicios en la UAO”<sup>79</sup> y “Diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en la asignatura Logística Integral en la Universidad Autónoma de Occidente”<sup>80</sup>.

### **6.1.1 Información general**

Como información general, se procedió a establecer la cantidad de docentes y de estudiantes que en ambas asignaturas respondieron la encuesta, con el propósito de conocer cuántos docentes y estudiantes de cada curso contribuyen a la identificación de temáticas que requieren de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico.

En la asignatura Calidad Lean Six Sigma, se encuestó un docente que actualmente se encuentra orientando el curso para el primer período académico del año 2018, debido a que sólo un grupo de 15 estudiantes fue abierto durante este periodo académico. A pesar que, en el año 2017, en ninguno de los dos periodos académicos, se alcanzó la inscripción del mínimo de estudiantes, se logró hacer sondeo del docente encargado de orientar la asignatura en los períodos académicos anteriores al año indicado. Para la materia Gestión Avanzada de la Producción, se logró encuestar a 2 docentes que actualmente orientaban el curso para el tercer periodo académico del año 2017. No se incluyeron los docentes que orientaron el curso antes del periodo académico mencionado porque la población objeto de

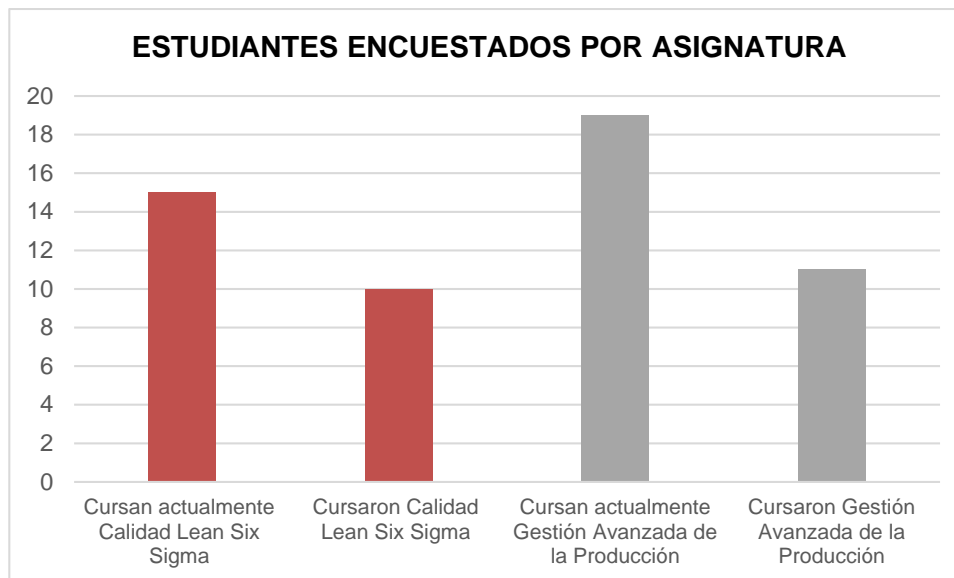
---

<sup>79</sup> ARIAS, Op.Cit., p. 168

<sup>80</sup> ARZAYUS, Op.Cit., p. 98

estudio de docentes según el criterio del autor era de incluir únicamente los docentes que orientaban el curso para el tercer periodo del año 2017 ya que tenían relación con la información recopilada en la realización de este trabajo.

**Figura 3. Número de estudiantes encuestados por asignatura**



Como se puede apreciar en la figura 3, el total de estudiantes encuestados en la asignatura Calidad Lean Six Sigma fue de 25, incumpliendo así con el tamaño de la muestra correspondiente a 31 estudiantes. El motivo por el cual no se logró cumplir con ese propósito se debió a que tan solo se pudo contactar con 10 estudiantes que cursaron la asignatura en los períodos 1 y 3 del año 2016, de los 16 que se debían encuestar. De igual manera, se tuvo en cuenta los 25 estudiantes para continuar con la investigación. Como se logró encuestar a la mayoría de estudiantes del tamaño de la muestra, se espera que los resultados no sean significativamente diferentes.

Con relación a los alumnos encuestados en la asignatura Gestión Avanzada de la Producción, el número total de indagados fue de 30 estudiantes. Así mismo, no se logró encuestar a los 61 estudiantes del tamaño de la muestra. Se entrevistó a todos los estudiantes que actualmente cursaban en el período 3-2017, pero de los 42 alumnos que habían cursado los periodos académicos 1 y 3 del 2016, y el periodo académico 1-2017, tan solo se pudieron interrogar a 11. Como no se pudo completar el tamaño de la muestra, los resultados obtenidos en las encuestas no pueden ser generalizados a la población, es decir, que las herramientas en las cuales se obtuvo mayor percepción por parte de los estudiantes acerca de si se deberían tener actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, no estarían representando la

totalidad de los estudiantes del curso. Sin embargo, se tuvo en cuenta los 30 estudiantes por ser la única información que se contenía.

### 6.1.2 Información específica

En este apartado se presenta el análisis cuantitativo de la pregunta de la encuesta hacia los docentes y estudiantes respecto de las herramientas de las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción.

- **Docentes del curso de Calidad Lean Six Sigma**

Los resultados del conteo respecto a qué herramientas en la asignatura Calidad Lean Six Sigma se sugiere implementar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico a partir de las encuestas realizadas a los dos docentes encargados se encuentran en la tabla 1.

**Tabla 1. Percepción por parte de los docentes acerca de si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Calidad Lean Six Sigma**

Herramientas de Calidad Lean Six Sigma	Percepción
Diseño y análisis de experimentos (DOE)	100%
Análisis de varianza (ANOVA)	100%
Análisis de regresión	100%
Diagrama Pareto	50%
Histograma	50%
Capacidad del proceso	50%
Gráficos de control (Variables)	50%
Diagrama Ishikawa	50%
Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	50%
Diagrama SIPOC	50%
Método de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR)	50%
Gráfica de Tendencias	50%
Análisis de concordancia	0%
Pruebas de hipótesis	0%
Análisis de medias (ANOM)	0%
Diagrama de dispersión	0%



Como se puede observar en la tabla 1, las herramientas diseño y análisis de experimentos (DOE), análisis de varianza (ANOVA) y análisis de regresión, tuvieron una percepción del 100% por parte de los profesores encuestados. Por otro lado, hubo herramientas en donde ninguno de los dos docentes estuvo de acuerdo en si deberían tener dichas actividades.

- **Docentes del curso de Gestión Avanzada de la Producción**

Ahora, los resultados del conteo respecto a qué herramientas en la asignatura Gestión Avanzada de la Producción se sugiere implementar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico a partir de las encuestas realizadas a los dos docentes encargados se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Percepción por parte de los docentes respecto a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas Gestión Avanzada de la Producción**

Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción	Percepción
Metodología 5s	100%
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	100%
Poka-Yoke	100%
Value Stream Mapping (VSM)	50%
Kanban	50%
Just In Time (JIT)	0%
Método Kaizen	0%
Gestión Visual	0%
Método Jidoka	0%
Heijunka	0%
Andon	0%

En relación a la tabla 2, se puede apreciar que el 100% de los docentes encuestados consideraron que las herramientas que deberían de tener actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, son metodología 5S, Single-Minute Exchange of Die (SMED) y Poka-Yoke. A su vez, las herramientas Value Stream Mapping (VSM) y kanban, representan el 50% de percepción por parte de los docentes, es decir, que uno de ellos estuvo de acuerdo en que sí deberían tener las actividades mencionadas. Por último, existieron 6 herramientas donde ninguno de los profesores acordó la necesidad de una actividad didáctica.

- **Estudiantes del curso de Calidad Lean Six Sigma**

Los resultados del conteo respectivo acerca de cuáles herramientas consideran los estudiantes se sugieren implementar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en el curso de Calidad Lean Six Sigma, se plasmaron en la tabla 3.

**Tabla 3. Percepción por parte de los estudiantes en relación a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Calidad Lean Six Sigma**

Herramientas de Calidad Lean Six Sigma	Percepción
Diseño y análisis de experimentos (DOE)	60%
Capacidad del proceso	52%
Diagrama Ishikawa	48%
Diagrama Pareto	48%
Diagrama de dispersión	40%
Gráficos de control (Variables)	36%
Análisis de varianza (ANOVA)	32%
Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	32%
Diagrama SIPOC	28%
Pruebas de hipótesis	28%
Análisis de regresión	28%
Histograma	24%
Gráfica de Tendencias	24%
Análisis de concordancia	16%
Método de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR)	12%
Análisis de medias (ANOM)	4%

Con respecto a la tabla 3, las herramientas que tuvieron una percepción de parte de los estudiantes de más del 50%, fueron el diseño y análisis de experimentos (DOE) y capacidad del proceso. Cercanos al 50%, se encuentra el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto. El material que estuvo por debajo del 20% de conocimiento, correspondió a los métodos de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR) y análisis de medias (ANOM).

- **Estudiantes del curso de Gestión Avanzada de la Producción**

Los resultados del conteo respectivo acerca de cuáles herramientas consideran los estudiantes se sugieren implementar actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en el curso de Gestión Avanzada de la Producción, se colocaron en la tabla 4.

**Tabla 4. Percepción por parte de los estudiantes referente a si deberían tener una actividad de aprendizaje con enfoque lúdico en las herramientas de Gestión Avanzada de la Producción**

Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción	Percepción
Kanban	80%
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	70%
Poka-Yoke	57%
Metodología 5s	53%
Just in Time (JIT)	50%
Value Stream Mapping (VSM)	43%
Método Kaizen	23%
Gestión Visual	17%
Método Jidoka	17%
Heijunka	10%
Andon	3%

Como se puede observar en la tabla 4, las herramientas de mayor percepción por parte de los estudiantes que se muestran conformes con que sí deberían tener actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, son kanban con un 80% y Single-Minute Exchange of Die (SMED) con un 70%. Las herramientas que representan menos del 20% de percepción de los estudiantes son gestión visual, método Jidoka, Heijunka y Andon.

## **6.2 SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LOS CUALES SE DISEÑARÁN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO**

Con base en el método de ponderación por factores para la selección de herramientas para los cuales se sugirieron el diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción, los resultados conseguidos se encuentran presentados en las tablas 5, 6, 7 y 8.

- **Curso de Calidad Lean Six Sigma**

**Tabla 5. Ponderación por factores en las herramientas de la asignatura Calidad Lean Six Sigma a partir de la percepción de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes de la misma**

<b>Docentes</b>	<b>70%</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>30%</b>	
<b>Herramientas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>Percepción</b>	<b>Herramientas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>Percepción</b>	<b>Percepción combinada</b>
Análisis de concordancia	0%	Análisis de concordancia	16%	5%
Análisis de medias (ANOM)	0%	Análisis de medias (ANOM)	4%	1%
Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	50%	Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	32%	45%
Análisis de regresión	100%	Análisis de regresión	28%	78%
Análisis de varianza (ANOVA)	100%	Análisis de varianza (ANOVA)	32%	80%
Capacidad del proceso	50%	Capacidad del proceso	52%	51%
Diagrama de dispersión	0%	Diagrama de dispersión	40%	12%
Diagrama Ishikawa	50%	Diagrama Ishikawa	48%	49%
Diagrama Pareto	50%	Diagrama Pareto	48%	49%
Diagrama SIPOC	50%	Diagrama SIPOC	28%	43%
Diseño y análisis de experimentos (DOE)	100%	Diseño y análisis de experimentos (DOE)	60%	88%
Gráfica de Tendencias	50%	Gráfica de Tendencias	24%	42%
Gráficos de control (Variables y atributos)	50%	Gráficos de control (Variables y atributos)	36%	46%
Histograma	50%	Histograma	24%	42%
Método de Repetibilidad y Reproducibilidad	50%	Método de Repetibilidad y Reproducibilidad	12%	39%
Pruebas de hipótesis	0%	Pruebas de hipótesis	28%	8%

**Tabla 6. Orden descendente de las herramientas de Calidad Lean Six Sigma con base en la percepción combinada**

<b>Orden descendente</b>	
<b>Herramientas de Calidad Lean Six Sigma</b>	<b>Percepción combinada</b>
Diseño y análisis de experimentos (DOE)	88%
Análisis de varianza (ANOVA)	80%
Análisis de regresión	78%
Capacidad del proceso	51%
Diagrama Ishikawa	49%

Tabla 6. (Continuación)

Orden descendente	
Herramientas de Calidad Lean Six Sigma	Percepción combinada
Diagrama Pareto	49%
Gráficos de control (Variables y atributos)	46%
Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	45%
Diagrama SIPOC	43%
Gráfica de Tendencias	42%
Histograma	42%
Método de Repetibilidad y Reproducibilidad	39%
Diagrama de dispersión	12%
Pruebas de hipótesis	8%
Análisis de concordancia	5%
Análisis de medias (ANOM)	1%

Como se puede evidenciar en la tabla 6, teniendo como referencia la tabla 5 y con relación al criterio de selección fijado en las primeras 5 herramientas con mayor percepción combinada, las herramientas seleccionadas son: el diseño y análisis de experimentos (DOE), análisis de varianza (ANOVA), análisis de regresión, capacidad del proceso y diagrama de Ishikawa.

- **Curso de Gestión Avanzada de la Producción**

**Tabla 7. Ponderación por factores en las herramientas de la asignatura Gestión Avanzada de la Producción a partir de la percepción de las encuestas realizadas a los estudiantes y docentes de la misma**

Estudiantes	30%	Docentes	70%	
Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción	Percepción	Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción	Percepción	Percepción combinada
Andon	3%	Andon	0%	1%
Gestión Visual	17%	Gestión Visual	0%	5%
Heijunka	10%	Heijunka	0%	3%
Just in Time (JIT)	50%	Just In Time (JIT)	0%	15%
Kanban	80%	Kanban	50%	59%

Tabla 7. (Continuación)

<b>Estudiantes</b>	<b>30%</b>	<b>Docentes</b>	<b>70%</b>	
<b>Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>Percepción</b>	<b>Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>Percepción</b>	<b>Percepción combinada</b>
Método Jidoka	17%	Método Jidoka	0%	5%
Método Kaizen	23%	Método Kaizen	0%	7%
Metodología 5s	53%	Metodología 5s	100%	86%
Poka-Yoke	57%	Poka-Yoke	100%	87%
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	70%	Single-Minute Exchange of Die (SMED)	100%	91%
Value Stream Mapping (VSM)	43%	Value Stream Mapping (VSM)	50%	48%

**Tabla 8. Orden descendente de las herramientas de Gestión Avanzada de la Producción con base en la percepción combinada**

<b>Orden descendente</b>	
<b>Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción</b>	<b>Percepción combinada</b>
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	91%
Poka-Yoke	87%
Metodología 5s	86%
Kanban	59%
Value Stream Mapping (VSM)	48%
Just In Time (JIT)	15%
Método Kaizen	7%
Gestión Visual	5%
Método Jidoka	5%
Heijunka	3%
Andon	1%

Observando la tabla 8, teniendo como insumo la tabla 7 y el criterio de selección fijado en las primeras 5 herramientas con mayor percepción combinada, las herramientas seleccionadas son: Single-Minute Exchange of Die (SMED), Poka-Yoke, metodología 5s, kanban y Value Stream Mapping (VSM).

## 7. DISEÑO O REDISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE ACTIVO CON ENFOQUE LÚDICO EN LAS HERRAMIENTAS SELECCIONADAS DE LAS ASIGNATURAS CALIDAD LEAN SIX SIGMA Y GESTIÓN AVANZADA DE LA PRODUCCIÓN

A continuación, en la tabla 9 y 10 se presentan las guías de laboratorio correspondientes a cada una de las herramientas seleccionadas por asignatura:

- **Curso de Calidad Lean Six Sigma**

**Tabla 9. Actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas de Calidad Lean Six Sigma**

Herramientas de Calidad Lean Six Sigma	Guía de laboratorio	Anexo
Diseño y análisis de experimentos (DOE)	El juego de la catapulta- Fase analizar	G
Análisis de varianza (ANOVA)	El juego de la catapulta- Fase analizar	G
Diagrama Pareto	El juego de la catapulta- Fase definir	E
Capacidad del proceso	El juego de la catapulta- Fase controlar	I
Gráficos de control (variables)	El juego de la catapulta- Fase controlar	I
Diagrama Ishikawa	El juego de la catapulta- Fase definir	E
Análisis de regresión	El juego de la catapulta- Fase mejorar	H
Histograma	El juego de la catapulta- Fase definir	E
Pruebas de hipótesis	El juego de la catapulta- Fase analizar	G
Diagrama de dispersión	El juego de la catapulta- Fase mejorar	H
Método de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR)	El juego de la catapulta- Fase medir	F

En concordancia con la tabla 9, se puede evidenciar que no solo se realizaron guías de laboratorio a las herramientas seleccionadas con el método de ponderación por factores, sino también, a las herramientas como el diagrama de Pareto, histograma, gráficos de control (variables), prueba de hipótesis, diagrama de dispersión y método de Repetibilidad y Reproducibilidad (RR). El motivo de realización de guías de laboratorio a las herramientas que no estaban seleccionadas fue de abarcar todas las fases de la metodología DMAIC. Así como el aprovechamiento de estas herramientas dentro del kit de la Catapulta. Además, en la guía de laboratorio el juego de la catapulta – Fase definir, se incluyeron herramientas no presentes dentro del programa académico, pero que, sin embargo, son importantes ya que son un complemento para la realización de la misma, según el criterio del autor.

- **Curso de Gestión Avanzada de la Producción**

**Tabla 10. Actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en las herramientas seleccionadas de Gestión Avanzada de la Producción**

Herramientas de Gestión Avanzada de la Producción	Guía de laboratorio	Anexo
Metodología 5s	The 5S game	J
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	The SMED Lean simulation	M
Poka-Yoke	The Poka-Yoke game	L
Kanban	The 5S game	J
	The Heijunka game	K
Value Stream Mapping (VSM)	The Heijunka game	K
Gestión Visual	The 5S game	J
Heijunka	The Heijunka game	K

En relación con la tabla 10, se puede observar que se realizaron guías de laboratorio a las herramientas de gestión visual y Heijunka. Cabe resaltar, que estas herramientas no se encontraban dentro de las herramientas seleccionadas con el método de ponderación de factores. La razón de realizar guías de laboratorio a las herramientas que no se encontraban seleccionadas se debió a que los kits de simulación por parte de The LeanMan, presentaban una conexión de temas con el fin de mejorar la experiencia del usuario y observar cómo los procesos de Gestión Avanzada de la Producción, no están conformados por temas individuales, sino al contrario, cómo la inclusión de varios temas permite la consecución de la filosofía Lean dentro de las empresas. Así mismo, del aprovechamiento de estas herramientas dentro de los kits de simulación de The LeanMan. El diseño de la guía de laboratorio de la herramienta Poka-Yoke es una propuesta desarrollada por el autor.

Para cada una de las guías de laboratorio, elaboradas para las herramientas de ambas asignaturas, no se desarrolló el ítem de resultados e informe, debido a que las personas competentes que darán continuidad a estas guías de laboratorio serán las encargadas de solicitar al estudiante qué resultados deben reportar y qué informe deben realizar a partir de las prácticas simuladas.

Los resultados de la prueba inicial permitieron consolidar el diseño inicial de las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico, realizando cambios en el ítem



de preparación de la actividad y procedimientos con el fin de cumplir con la duración estimada de la actividad establecida en una hora y media. También, se editaron plantillas, figuras, tablas y gráficos presentados en los anexos con el propósito de suministrar la información necesaria en el desarrollo de las mismas. De igual forma, se cambiaron o se quitaron recursos materiales, humanos y espaciales que no tenían relevancia en la ejecución de las actividades simuladas.

A continuación, en la figura 4 se presenta un resumen de la prueba inicial de las guías de laboratorio y en las figuras 5, 6, 7, 8 y 9 se muestran algunas fotografías de dicho procedimiento.

**Figura 4. Resumen de la prueba inicial de las guías de laboratorio**

ITEM	GUÍA DE LABORATORIO	FECHA DE PRUEBA INICIAL (DÍA/MES/AÑO)	FIRMA DE VERIFICACIÓN
1	El juego de la catapulta- Fase definir	01/08/2018	<i>[Firma]</i>
2	El juego de la catapulta- Fase medir	09/08/2018	<i>[Firma]</i>
3	El juego de la catapulta- Fase analizar	03/08/2018	<i>[Firma]</i>
4	El juego de la catapulta- Fase mejorar	03/08/2018	<i>[Firma]</i>
5	El juego de la catapulta- Fase controlar	17/08/2018	<i>[Firma]</i>
6	The 5-S game	24/08/2018	<i>[Firma]</i>
7	The SMED Lean Simulation	15/08/2018	<i>[Firma]</i>
8	The Heijunka game	22/08/2018	<i>[Firma]</i>
9	The Poka-Yoke game	09/08/2018	<i>[Firma]</i>

**Figura 5. Prueba inicial de la guía de laboratorio The 5-S game**



**Figura 6. Prueba inicial de la guía de laboratorio El juego de la catapulta**



**Figura 7. Prueba inicial de la guía de laboratorio The SMED Lean simulation**



**Figura 8. Prueba inicial de la guía de laboratorio The Poka-Yoke game**



**Figura 9. Prueba inicial de la guía de laboratorio The Heijunka game**



## 8. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los estudiantes y docentes de las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción, se logró identificar las herramientas que para los encuestados deberían incluir actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico como estrategia didáctica.

Además, de la aplicación del método de ponderación por factores, se consiguió seleccionar las 5 herramientas de mayor percepción combinada (entre docentes y estudiantes) en ambas asignaturas para realizar el diseño o rediseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico correspondientes.

Por último, se logró proponer un diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico desarrollados en guías de laboratorio pertinentes a cada una de las herramientas seleccionadas. Los diseños correspondientes para la asignatura Calidad Lean Six Sigma son: El juego de la catapulta – Fase definir, El juego de la catapulta – Fase medir, El juego de la catapulta – Fase analizar, El juego de la catapulta – Fase mejorar y El juego de la catapulta – Fase controlar, y para el curso Lean Manufacturing son: The 5s game, The SMED Lean simulation, The Poka – Yoke game y The Heijunka game.

En el desarrollo del trabajo se presentaron como limitaciones que: la utilización de información recopilada para el planteamiento del problema, justificación y objetivos correspondían al tercer periodo del año 2016 y no de la fecha actual. También, la utilización de la percepción de los estudiantes como vía de opinión acerca de la necesidad de implementar herramientas que sean un complemento a las clases magistrales en ambas asignaturas ya que no son expertos en Pedagogía/Andragogía y no tienen el criterio para decidir aspectos metodológicos de las mismas. Por último, el incumplimiento con la totalidad del tamaño de la muestra de estudiantes en el curso Gestión Avanzada de la Producción y que, por ende, no representa la totalidad de la población objeto de estudio del curso.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda dar continuidad con los análisis, pruebas y validaciones adicionales que permitan en algún momento incluir alguna o todas las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico que se diseñaron inicialmente en este trabajo en las asignaturas Calidad Lean Six Sigma y Gestión Avanzada de la Producción.

Las actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico que vayan a ser implementadas dentro del proceso microcurricular, se recomienda elaborar el ítem de *resultados e informe* de cada una de las guías de laboratorio por el personal competente, esto con el fin de que los estudiantes no solo experimenten de manera lúdica cada una de las simulaciones, sino también profundicen las temáticas presentadas en las guías.

## BIBLIOGRAFÍA

ANTUNES, Celso. Juegos para estimular las inteligencias múltiples. España: Narcea S.A, 2004. ISBN: 9788427714106. 208 p.

ARENAS, Francisco; MEDINA, Carmen y ALFALLA, Rafaela. Mejorando la formación en Dirección de Operaciones: la visión del estudiante y su respuesta ante diferentes metodologías docentes. [en línea] En: Elsevier. Enero de 2011, Vol. 14, No. 1. [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://www.elsevier.es/es-revista-cuadernos-economia-direccion-empresa-cede-324-articulo-mejorando-formacion-direccion-operaciones-vision-S113857581100003X>

ARIAS, Claudia y RAMÍREZ, Diana. Diseño de herramientas lúdicas para el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje en los cursos de gestión de operaciones I y II, Lean Manufacturing y administración de la producción y servicios de la UAO. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2014. 209 p. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/6591>

ARZAYUS, María y GIRALDO, Yaqueline. Diseño de actividades de aprendizaje activo con enfoque lúdico en la asignatura Logística Integral en la Universidad Autónoma de Occidente. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2015. 108 p. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/8305>

BESTERFIELD, Dale. Control de calidad. 8 ed. Distrito Federal: Pearson, 2009. ISBN: 978-607-442-121-7. 542 p.

BIANCHI, Ana. Pedagogía lúdica. Teoría y praxis: una contribución a la causa de niños. [en línea]. Docplayer. Ciudad de Mendoza. (20 de noviembre de 2014). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en: <https://docplayer.es/17073654-Pedagogia-ludica-teoria-y-praxis-una-contribucion-a-la-causa-de-los-ninos.html>

CARDONA, José. Procesos de enseñanza-aprendizaje en la universidad: perspectiva de los estudiantes. [en línea] En: Revista Rastros Rostros. Agosto 22



de 2016, Vol. 18, No 33. Bogotá, Colombia. Disponible en internet: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/ra/article/view/1720>

CARO, Belarmino. El eje temático como traductor, articulador y proyector de la propuesta de formación. [en línea]. En: [Usb.edu.co](http://usb.edu.co). [Consultado: 26 de septiembre de 2018] Disponible en internet: [http://www.quadernsdigitals.net/datos\\_web/hemeroteca/r\\_47/nr\\_506/a\\_7000/7000.html](http://www.quadernsdigitals.net/datos_web/hemeroteca/r_47/nr_506/a_7000/7000.html)

CARRERAS, Manuel y SÁNCHEZ, José. Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. 264 p.

CHACÓN, Paula. El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula?. [en línea] En: Nueva Aula Abierta. Julio de 2008, no 16, p. 4. Citado por: DÁVILA, Jimmy. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co:8080/handle/10614/8305>

CHEN, Chris y ROTH, Hadley. The big book of six sigma training games. 1 ed. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN: 0-07-144385-1. 250 p.

CÓRDOBA, Evelyn; LARA, Fernando y GARCÍA, Andrés. El juego como estrategia lúdica para la educación inclusiva del buen vivir. [en línea]. En: Facultad de Educación de Albacete. Junio de 2016, no. 32-1. 12 p. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <https://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos/article/viewFile/1346/pdf>

DÁVILA, Gianina, *et al.* Evaluación de la aplicación de juegos colaborativos: “Devorón” y “Temporal”. [en línea] En: Revista Electrónica de Investigación Educativa. Junio de 2007, Vol. 9, no 2. 20 p. [Consultado: 24 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/164/284>

DÁVILA, Jimmy. Delimitación conceptual de las prácticas lúdicas con propósitos educativos. [PDF] En: Red Iddeal, Universidad Tecnológica de Pereira. Agosto de 2014, 23 p. ISSN: 978-958-722-201-2

DAVILA, Jimmy. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, julio de 2014. 8 p.

DOMÍNGUEZ, Lisbeily. La lúdica: Una estrategia pedagógica depreciada. [en línea] En: Subdirección de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 1 ed. 2015. Ciudad Juárez, Chihuahua, México. ISBN: 978-607-7953-80-7. Disponible en internet: <http://www.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/RTI/2015/ICSA/La%20ludica.pdf>

ESCALANTE, Edgardo. Seis-sigma metodología y técnicas. 2 ed. Distrito Federal: LIMUSA, 2015. ISBN: 978-607-05-0448-8. 608 p.

ESTUPIÑÁN, Fernando. El juego y la lúdica en la reforma educativa de Colombia. [en línea]. En: [ulibertadores.edu.co](http://ulibertadores.edu.co). Cartagena. (06 de agosto de 2013). [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/LP/article/viewFile/2164/2070>

EVANS, James. Administración y control de la calidad. 7 ed. México: Cengage Learning, 2008. ISBN 970-686-836-4. 703 p.

EWOLDT, Crystal. Poka Yoke/Smed Whale Simulation. [en línea]. YouTube. (21 de octubre de 2010). [Consultado: 6 de julio de 2018] Disponible en internet: <https://www.youtube.com/watch?v=3LcNgLK0688&fbclid=IwAR0rysYve3GZnxMEWmgQvYFqxn0WGDvlvPrt45jflyjReLmGFOXqWeQUbls>

FERREIRA, Roger. Poka Yoke. [en línea]. YouTube. Brasil. (18 de octubre de 2014). [Consultado: 6 de julio de 2018] Disponible en internet: [https://www.youtube.com/watch?v=jPmQSzc\\_L9A](https://www.youtube.com/watch?v=jPmQSzc_L9A)

GARCÍA, José; REDING, Arturo y LÓPEZ, Juan. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. [en línea] En: Investigación en Educación Médica, México D.F, México. 2013. Vol. 2. 8 p. [ Consultado: 23 de octubre de 2018] Disponible en internet: [https://ac.els-cdn.com/S2007505713727157/1-s2.0-S2007505713727157-main.pdf?\\_tid=af8f1e40-1f1b-467f-b8f5-1ee640686fa9&acdnat=1540396604\\_bf764dc3e2c71150da618ab026e84bdc](https://ac.els-cdn.com/S2007505713727157/1-s2.0-S2007505713727157-main.pdf?_tid=af8f1e40-1f1b-467f-b8f5-1ee640686fa9&acdnat=1540396604_bf764dc3e2c71150da618ab026e84bdc)



GONZÁLEZ, Elvia M y TRUJILLO, Carlos A. Aprendizaje activo en cursos básicos de dinámica. Vol. 10, n°2. [en línea]. Sistemas de Bibliotecas. Repositorio Institucional UdeA. Julio de 2010. [Consultado: 25 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: [http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/3248/1/TrujilloCarlos\\_2010\\_Aprendizajeactivocursos.pdf](http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/3248/1/TrujilloCarlos_2010_Aprendizajeactivocursos.pdf). ISSN 1657-4249

GRUPO DE ESTUDIO EN LÚDICA APLICADA. Sobre el grupo. [en línea]. En: [www.uao.edu.co](http://www.uao.edu.co). Santiago de Cali. (04 de abril de 2016). [Consultado el 02 de octubre de 2016] Disponible en internet: <http://www.grupogela.net/>

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico de calidad y seis sigma. 2 ed. Distrito Federal: McGraw-Hill, 2009. ISBN: 970-10-6912-7. 482 p.

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implantación. [en línea] En: Savia. Mayo de 2013, no. 178. 5 p. [Consultado: 20 de febrero de 2018] Disponible en internet: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>

IZQUIERDO, Ilzarbe, *et al.* El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta. [en línea] En: Revista Tecnura. Abril del 2007, Vol. 10, no. 20. 13 p. [Consultado el 27 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>

JIMÉNEZ, Carlos. La lúdica y el juego un universo de posibilidades para la educación. Citado por: DÁVILA. La Enseñanza de la Administración de Operaciones en los Programas de Ingeniería Industrial a Través de Actividades de Aprendizaje Activo con Enfoque Lúdico; una Experiencia desde el Currículo. Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2012. 8 p.

JIMENEZ, Lina y MEJÍA, Sandra. Evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la administración de operaciones en el programa de Ingeniería Industrial. [en línea]. Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería. Departamento de Operaciones y Sistemas, 2013. 176 p. [Consultado: 20 de mayo de 2018]. Disponible en internet: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/5185>

KREMER, Roger y TAPPING, Don. The lean manufacturing training set. 1 ed. New York: MCS Media, Inc., 2005. ISBN: 978-0972572873. 230 p.

LIGHT, Richard. THE HARVARD ASSESSMENT SEMINARS, 2°. Cambridge: Harvard University, 1992.

LOURIVAL, Augusto. Administración moderna de mantenimiento.1 ed. Brasil: Novo Polo, 1999. 159 p.

MARÍN, Yeraldín, et al. Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la Ingeniería Industrial. [en línea] En: Educación en Ingeniería. Diciembre de 2011, No. 12. [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet:  
<https://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/download/128/115>

MATTHEWS, Mark. Collaborative learning knowledge with students. 1996. Citado por: BARLEY, Elizabeth, *et al.* Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madrid: Morata, 2007. 236 p. ISBN: 978-84-7112-522-4

OBAYA, Adolfo. El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora. [en línea] En: unam.mx. Ciudad de México. (enero de 2003). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet:  
<http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/construc.pdf>

PADILLA, Lilian. Manufactura esbelta/ágil. [en línea] En: Revista Ingeniería Primero. Enero de 2010, No 15. 6 p. [Consultado: 29 de septiembre de 2016] Disponible en internet:  
[http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL\\_15\\_MEC01.pdf](http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL_15_MEC01.pdf)

PAGE, Julián. Implementing Lean Manufacturing Techniques.1 ed. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, 2004. HD: 31. P2353 2003. 266 p.

PIAGET, Jean. Intellectual evolution from adolescence to adulthood. 2001. Citado por: PERALES, Javier. Desarrollo cognitivo y modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. [en línea] En: Revista electrónica Dialnet. Abril de 1992, no. 13. 16 p. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://bit.ly/2dyW2vZ>

POURABDOLLAHIAN, Borzoo, *et al.* Serious games in Manufacturing Education: evaluation of learner's engagement. [en línea] En: Procedia Computer Science. Diciembre 2012, Vol. 15. 11 p. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050912008393>

PRAGMAN, Claudia, *et al.* Combining active learning techniques and productivity projects to improve student performance in production and operations management classes: an exploratory study. [en línea]. ResearchGate. (2018). [Consultado: 27 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <https://bit.ly/2N9eQkf>

RAIMUNDO, Dinello. Lúdica y sociedad que re-creamos. [En línea]. Scribd. Uruguay. (05 de marzo de 2011). [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/346006282/Ludica-y-Sociedad-Que-Re-creamos>

REY, Silvia, *et al.* El trabajo entre pares y la escritura académica: un camino hacia la innovación educativa. Cali: Programa Editorial Universidad Autónoma de Occidente, 2018. No 3. ISSN: 2422 – 4340

REYES, Aguilar. Manufactura delgada (lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. [en línea] En: Red de Revistas Científicas de América Latina, el caribe, España y Portugal. Junio de 2002, no 205. 19 p. [Consultado: 29 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <https://bit.ly/2KQ8pp6>

RODRÍGUEZ, Patricia, *et al.* Educación en ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. [en línea] En: Ingeniería y desarrollo. Junio de 2012, Vol. 30, no. 1. 18 p. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v30n1/v30n1a08.pdf>

RUSELL, Bill. Learning statistics using the catapult. [PDF] En: Breakthru Improvement Associates. Dallas, septiembre de 2006, 3 d. 192 p.

SANZ, Pedro, *et al.* Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5s. [en línea] En: Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información. Octubre del 2015, no. 16. 16 p. [Consultado: 27 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952015000400006](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952015000400006)

SENGE, Peter. La Quinta Disciplina, el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. 2 ed. Buenos Aires, Argentina: Granica. ISBN: 9789506414306. 496 p.

SHINGO, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. 1 ed. Cambridge: Productivity Press, 1985. ISBN: 0-91529-03-8. 383 p.

SIERRA, Helena. El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. [en línea]. Máster en formación del proceso de eso, bachillerato y ciclos formativos. Navarra. Universidad Pública de Navarra. 2012. p. 40. [Consultado: 27 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9834/TFM%20HELENA%20SIERRA.pdf>.

SILVA, Ivo, *et al.* A simulation game framework for teaching lean production. [en línea] En: International Journal of Industrial Engineering and Management. Junio 23 de 2012. Vol. 4, no. 2. 5 p. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/casopis/volume4/ijiem\\_vol4\\_no2\\_4.pdf](http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/casopis/volume4/ijiem_vol4_no2_4.pdf)

SMITH, Mark. A kolb on experiential learning. 2001. Citado por: ROMERO, Marta. El aprendizaje experiencial y las nuevas demandas informativas. [en línea] En: Revista de Antropología Experimental. 2010, No. 10. 14 p. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://revista.ujaen.es/huesped/rae/articulos2010/edu1008pdf.pdf>

STEIN, David. Situated learning in adult education. [en línea] En: Eric development team. 1998, no. 195. 8 p. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418250.pdf>

THE LEANMAN. Products & Simulations. [en línea]. Lean Manufacturing Simulation Kits. Michigan. (2004). [Consultado el 25 de enero de 2018]. Disponible en internet: <https://www.theleanman.com/>

Universidad Autónoma de Occidente Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico. Proyecto Educativo Institucional. p 11 [en línea]. Dirección de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico. [Consultado: 22 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.uao.edu.co/docentes/wp-content/uploads/PEI-COMPLETO.pdf?x68113>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. Electivas Programa de Ingeniería Industrial. [en línea]. En: Uao.edu.co. [Consultado: 30 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas\\_Ingenieria-industrial.pdf](http://www.uao.edu.co/sites/default/files/electivas_Ingenieria-industrial.pdf). 2 p.

UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO. Teorías del aprendizaje. [En línea]. En: Unid.edu.co. [Consultado: 28 de septiembre de 2016] Disponible en internet: [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/ED/TA/S06/TA06\\_Lectura.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/TA/S06/TA06_Lectura.pdf)

VALDIVIESO, Carlos, et al. Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árbol de decisión. [en línea] En: Upb.edu. 2011. Bolivia. (2011). p. 158. [Consultado: 26 de febrero de 2018] Disponible en internet: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/iad/wpaper/0311.pdf>

VASCO, Eduardo. Constructivismo en el aula ¿ilusiones o realidades? 2 ed. Bogotá: CEJA, 1998. ISBN: 958-683-079-9. 121 p.

VICERRECTORÍA ACADÉMICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE. El Proyecto Educativo Institucional – PEI – de la UAO. p 11 [En línea]. [Consultado el 22 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://www.uao.edu.co/docentes/wp-content/uploads/PEI-COMPLETO.pdf?x68113>

WANG, John. Lean manufacturing business bottom-line based. 1 ed. New York: CRC Press, 2011. ISBN: 978-1-4200-8602-7. 168 p.

WU, Wen, *et al.* Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. [en línea] En: Computers & Education. Diciembre 2012, Vol. 59, Issue 4. 9 p. [Consultado: 25 de septiembre de 2016] Disponible en internet: <http://bit.ly/2dOzZ2J>

YTURRALDE, Ernesto. ¿Qué es la lúdica?. [en línea]. Lúdica. Estado de Florida. [Consultado: 24 de septiembre de 2018] Disponible en internet: <http://www.ludica.org/>

## **ANEXOS**

**Anexo A. Encuesta para docentes que orienten o hayan orientado el curso Calidad Lean Six Sigma o Gestión Avanzada de la Producción. Ver archivo adjunto**

**Anexo B. Encuesta para estudiantes que están cursando o cursaron Calidad Lean Six Sigma o Gestión Avanzada de la Producción. Ver archivo adjunto**

**Anexo C. Guía de laboratorios – General. Ver archivo adjunto**

**Anexo D. Plantilla de prueba inicial. Ver archivo adjunto**

**Anexo E. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase definir. Ver archivo adjunto**

**Anexo F. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase medir. Ver archivo adjunto**

**Anexo G. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase analizar. Ver archivo adjunto**

**Anexo H. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase mejorar. Ver archivo adjunto**

**Anexo I. Guía de laboratorio catapulta 6 sigma – Fase controlar. Ver archivo adjunto**

**Anexo J. Guía de laboratorio – The 5S game. Ver archivo adjunto**

**Anexo K. Guía de laboratorio – The Heijunka game. Ver archivo adjunto**

**Anexo L. Guía de laboratorio – The Poka-Yoke game. Ver archivo adjunto**

**Anexo M. Guía de laboratorio – The SMED Lean simulation. Ver archivo adjunto**