

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS, PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE
DUITAMA

YURY MARCELA BECERRA CASTRO
NATALIA ANDREA PUENTES GARCIA

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DUITAMA
2020

DISEÑO Y ELABORACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS, PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE
DUITAMA.

YURY MARCELA BECERRA CASTRO
NATALIA ANDREA PUENTES GARCIA

Proyecto de grado para optar el título de
Ingeniero Industrial

Director
Fredy Guillermo García Corredor
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DUITAMA
2020

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Duitama, 7 de mayo de 2020

DEDICATORIA

Culminar esta etapa es uno de los logros más importantes de mi vida, por eso le dedico éste y todos mis triunfos a quienes han sido mis pilares para seguir adelante. En primer lugar, a Dios a quien le debo todo lo que soy y todo lo que un día seré, también por guiarme y bendecirme cada día. A mis padres que siempre han estado a mi lado brindándome su amor y apoyo incondicional y gracias a su esfuerzo me han permitido alcanzar esta meta. A mis hermanos que siempre han creído en mí y me brindan su amor y comprensión. Y por último a lo mejor de mi vida, mis sobrinos, que son mi felicidad y motivación diaria para cumplir todos mis sueños.

Yury

Este proyecto de grado y todos mis logros se los dedico con todo mi amor y cariño en primer lugar, a Dios por haberme brindado la oportunidad de culminar exitosamente esta etapa de mi vida y guiarme durante este camino lleno de esfuerzo, aprendizaje y crecimiento personal. En segundo lugar, a mis padres por apoyarme durante toda la vida y especialmente en este sueño al brindarme todo su amor, comprensión y cariño. Y por último a mi hermano por su confianza en mí.

Natalia

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Fredy García tutor del proyecto por todo su apoyo y compromiso con este trabajo de grado.

Al Administrador Industrial Felipe Amaya docente de la facultad por colaborarnos durante el desarrollo del proyecto.

A la Ingeniera Esperanza López encargada de la Fabrica Didáctica de la sede de Bogotá por abrirnos las puertas de su laboratorio y brindarnos su apoyo.

A todos los docentes de la facultad por su apoyo, opiniones y correcciones durante el desarrollo de las guías.

CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Enunciado	15
1.2. Formulación del problema	16
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo General	19
3.2. Objetivos Específicos.....	19
4. ALCANCE Y LIMITACIONES	20
4.1. Alcance	20
4.2. Limitaciones.....	20
5. ESTADO DEL ARTE	21
6. MARCO DE REFERENCIA.....	24
6.1. Marco Conceptual.....	24
6.2. Marco Teórico	25
7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
7.1. Tipo de investigación	30
7.2. Fuentes de Información	30
7.3. Diseño de la investigación	31
8. ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS.....	33

9. NECESIDADES DE ÁREA, MATERIALES, EQUIPOS Y ELEMENTOS.....	38
9.1. Área Física.....	38
9.2. Mobiliario Propuesto	38
9.3. Materiales, equipos y elementos.....	40
9.4. Diseño propuesto para el laboratorio de la fábrica didáctica de Legos	44
10. DISEÑO DE LAS LÚDICAS	45
11. VALIDACIÓN TEÓRICA Y DE LA APLICABILIDAD DE LAS LÚDICAS	52
12. ESTRUCTURACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO	56
13. CONCLUSIONES	71
14. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Tablero</i>	38
Figura 2. <i>Mesa</i>	38
Figura 3. <i>Silla</i>	39
Figura 4. <i>Mueble para sets de Lego</i>	39
Figura 5. <i>Mueble Lockers</i>	39
Figura 6. <i>Escritorio Docente</i>	39
Figura 7. <i>Set Mecanismos Simples y Motorizados</i>	40
Figura 8. <i>Set Mecanismos Simples</i>	40
Figura 9. <i>Set de Neumática</i>	41
Figura 10. <i>Set principal de robótica EV3</i>	41
Figura 11. <i>Set expansión de robótica EV3</i>	42
Figura 12. <i>Computador de escritorio</i>	43
Figura 13. <i>Video Beam</i>	43
Figura 14. <i>Cinta métrica</i>	43
Figura 15. <i>Cronómetro</i>	43
Figura 16. <i>Diseño del laboratorio</i>	44
Figura 17. <i>Validación teórica por parte de los docentes</i>	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Descripción de las asignaturas del Área de Producción</i>	27
Tabla 2. <i>Matriz de priorización de temas para elaboración de lúdicas</i>	33
Tabla 3. <i>Asignaturas del área de producción</i>	34
Tabla 4. <i>Criterios de evaluación para la selección de temas</i>	35
Tabla 5. <i>Temas seleccionados por asignatura</i>	37
Tabla 6. <i>Mobiliario Propuesto</i>	38
Tabla 7. <i>Materiales, equipos y elementos fábrica didáctica de Legos</i>	40
Tabla 8. <i>Materiales, equipos y elementos adicionales para la fábrica didáctica</i>	43
Tabla 9. <i>Formato de lúdicas</i>	46
Tabla 10. <i>Lúdica Producción I</i>	47
Tabla 11. <i>Matriz de validación teórica y de aplicabilidad de lúdicas</i>	52
Tabla 12. <i>Definición criterios de evaluación</i>	53
Tabla 13. <i>Formato de guías de laboratorio</i>	56
Tabla 14. <i>Formato guía de laboratorio de Producción I</i>	58

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. <i>Matrices de priorización de las asignaturas del área de producción</i>	83
Anexo B. <i>Propuesta de diseño de laboratorio en versión digital</i>	90
Anexo C. <i>Lúdicas diseñadas para el área de producción</i>	90
Anexo D. <i>Matrices de validación teórica y de aplicabilidad de lúdicas por parte de los docentes especializados</i>	155
Anexo E. <i>Guías de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos</i>	163

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como propósito diseñar las guías de laboratorio del área de Producción para la Fábrica Didáctica de Legos de la Universidad Antonio Nariño Sede Duitama, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje a través de la implementación de estrategias pedagógicas desde los enfoques del aprendizaje colaborativo y el constructivismo.

Para el desarrollo de las guías se realizó una investigación con un enfoque mixto por medio del cual se hizo un análisis de los contenidos programáticos de la carrera, adicionalmente para la selección de los temas sobre los cuales realizar las guías se diseñó una “matriz de priorización” la cual pondera cinco criterios y permite obtener así los temas indicados para realizar las lúdicas. Después de esto se propuso un diseño de laboratorio para la fábrica didáctica de Legos, el cual se modeló con ayuda del programa SketchUP 2020 en el que se especifican medidas, mobiliario, herramientas y materiales necesarios.

Luego a partir de la información anteriormente obtenida se diseñó un formato de lúdicas y se plantearon las actividades dentro de estas para cada uno de los temas seleccionados anteriormente, seguidamente se realizó la validación teórica y de aplicabilidad de estas a partir de la revisión por parte de docentes especializados, para lo cual se diseñó la “matriz de validación teórica y aplicabilidad de lúdicas” la cual evalúa siete criterios. Para finalizar teniendo las lúdicas validadas se diseñó el formato de las guías de laboratorio y se expusieron cada uno los temas seleccionados en este, como resultado se obtuvieron un total de trece guías de laboratorio para la fábrica didáctica de Legos específicamente en el área de producción.

Palabras Claves: Lúdica, guía de laboratorio, proceso de enseñanza- aprendizaje, fábrica didáctica.

ABSTRACT

The purpose of this degree project is to design the laboratory guides of the Production area for the Lego Didactic Factory of the Universidad Antonio Nariño Sede Duitama, in order to support the teaching-learning process through the implementation of pedagogical strategies from the approaches of collaborative learning and constructivism.

For the development of the guides, a research was carried out with a mixed approach by means of which an analysis was made of the programmatic contents of the degree program. Additionally, for the selection of the topics on which to carry out the guides, a “prioritization matrix” was designed. “Which weights five criteria and thus allows obtaining the topics indicated to carry out the games. After this, a laboratory design was proposed for the Legos didactic factory, which was modeled with the help of the SketchUP 2020 program in which the necessary measurements, furniture, tools and materials are specified.

Then, based on the information previously obtained, a play format was designed and the activities within these were proposed for each of the topics selected above, then the theoretical and applicability validation of these was carried out from the review by specialized teachers, for which the “matrix of theoretical validation and applicability of games” was designed, which evaluates seven criteria. To finish having the validated games, the format of the laboratory guides was designed and each one of the selected topics was exposed, as a result, a total of thirteen laboratory guides were obtained for the Legos teaching factory specifically in the production area.

Key Words: Playful, laboratory guide, teaching-learning process, didactic factory.

INTRODUCCIÓN

A través de la historia se ha buscado saber cuál es la mejor forma de enseñar, aprender y comunicar conocimientos, la forma en que se transmite el conocimiento evoluciona a partir de los medios materiales y los medio de comunicación con los que se cuenta, por ejemplo en la prehistoria los conocimientos se transmitían por medio de la observación con el fin de solucionar problemas asociados a la supervivencia, luego al aparecer en la edad antigua la escritura como medio de comunicación en los años 3500 A.C se le dio un cambio significativo a la transferencia de conocimientos, estos dos enfoques son los que de cierta manera se utilizan en la actualidad; los sistemas tradicionales que se enfocan en el campo teórico y en el campo práctico, hoy en día se tiene claro que la educación universitaria no se puede concebir sin alguno de estos dos componentes, ya que el equilibrio entre ellos genera una educación integral. El problema se presenta cuando un sistema educativo deja de lado alguno de estos campos (siendo generalmente el práctico al cual se le resta importancia), lo cual puede ocasionar en los estudiantes deficiencia en los conocimientos y falencias en la aplicación de los mismos durante la etapa inmediatamente posterior a la culminación de la actividad académica.

En el caso de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama, la Institución brinda a los estudiantes en su contenido programático espacios de enseñanza teórica y práctica, pero se evidencian más espacios asociados a la enseñanza teórica durante toda la carrera; los espacios de práctica se ven mayormente en los primeros semestres con asignaturas de las ciencias básicas como física, química y biología, y son evidenciados en la realización de prácticas de laboratorio, pero en asignaturas relacionadas con el área de Producción y con otras líneas de conocimiento específico, no se cuenta en la actualidad con espacios para la enseñanza práctica, lo cual supone para los estudiantes una desventaja al momento de ingresar al cada vez más competido mercado laboral.

Es por esto que por medio de la implementación de las guías de laboratorio de la fábrica didáctica de legos, para el área de Producción se espera brindar a los estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial, una herramienta que permita aprovechar al máximo un espacio educativo donde se aplique el constructo teórico, ayudando así al desarrollo de habilidades únicas por medio del constructivismo pedagógico y del aprendizaje colaborativo en el cual los estudiantes “forman equipos y dentro de estos los estudiantes intercambian información, ideas, opiniones y trabajan en una tarea hasta que todos los integrantes lo han entendido, identificando así las dificultades y errores que se pueden encontrar en la realidad” (Maldonado, 2018).

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente dicho, la implementación de estas guías generará efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes bajo la filosofía de “Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí; lo hice y lo aprendí” (Confucio, 551 - 479 A.C).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Enunciado

La enseñanza en Ingeniería enfrenta varios retos, uno de ellos es complementar la formación en las aulas de clase al generar un ambiente donde el estudiante enriquezca su dominio conceptual sobre las asignaturas y al mismo tiempo se proporcione un ambiente donde ponga a prueba estos conocimientos, el enfoque que plantea la construcción de conocimiento a partir de la experiencia y la práctica, se llama constructivismo. (Zuluaga y Aguirre, 2014), éste básicamente es una corriente pedagógica que plantea que la mejor forma de aprender es haciendo, es decir, que los estudiantes construyen mejor su conocimiento a partir de la experimentación. En línea con este planteamiento, se logra evidenciar que actualmente la Universidad Antonio Nariño en su sede de Duitama no cuenta con espacios donde se puedan llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en el área de producción, pero sabiendo que la institución tiene proyectada a corto plazo la implementación de un laboratorio a partir de la fábrica didáctica de legos con la que cuenta en la sede sur de Bogotá, se quiere aportar por medio de este proyecto de grado a la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama con el diseño y elaboración de las guías del laboratorio, con el fin de optimizar el aprovechamiento del mismo y proporcionar a los estudiantes y docentes una herramienta académica que permita la implementación de lúdicas que hagan que los estudiantes se puedan situar en un escenario estratégico donde puedan ver y analizar cómo se relacionan y aplican los diversos conceptos teóricos, para darle solución a uno o varios problemas que se pueden presentar en un ambiente productivo real.

1.2. Formulación del problema

De acuerdo con el planteamiento del problema, la pregunta que este proyecto busca resolver es:

¿Con el diseño y elaboración de las guías del laboratorio de la fábrica didáctica de legos para el área de producción de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama, los estudiantes y profesores tendrán una herramienta que permita orientar, afianzar y reafirmar el conocimiento teórico a través de una aproximación práctica de los temas vistos en las aulas de clase?

2. JUSTIFICACIÓN

El proceso de enseñanza requiere de una serie de herramientas que conlleven al estudiante a desarrollar habilidades que le permitan conocer el mundo que lo rodea de una manera crítica. Una de estas es la realización de prácticas de laboratorio, las cuales toman diferentes nombres sin necesidad de cambiar su noción; estos significados dependen muchas veces del contexto geográfico donde se utilicen, por ejemplo, en América del Norte se utiliza el término “trabajo de laboratorio”, en Europa, Australia y Asia se denomina “trabajo práctico” y en América latina se suelen llamar como “prácticas de laboratorio” o “prácticas experimentales”.

Es importante destacar que la implementación de las guías de laboratorio desde el enfoque constructivista, permiten a quienes hacen uso de ellas tener la capacidad de aceptar o rechazar hipótesis en diferentes situaciones que se puedan presentar, y de esta manera aprender a tomar las mejores decisiones y acciones a realizar. Igualmente, esta serie de actividades generan en el estudiante una mayor creatividad, aportar soluciones novedosas y tener un análisis más profundo en las diferentes situaciones que eventualmente pueda encontrar en su entorno laboral.

La elaboración de estas guías tiene como fin proporcionar a los estudiantes de ingeniería industrial una serie de conocimientos y habilidades comunicativas que le permitan desenvolverse en diferentes ámbitos de su vida laboral, ya que estas actividades hacen que se complementen los diferentes contenidos programáticos de la carrera y los materializan de manera sencilla, fortaleciendo así la formación integral del estudiante.

Así mismo, el trabajo lúdico práctico asociado a las guías busca dejar en la memoria de los estudiantes situaciones de fácil recordación que puedan en un futuro cercano servir de insumo y punto de partida para enfrentarse a desafíos profesionales reales, enmarcados dentro del contexto de su actividad como Ingenieros.

Este proyecto de grado es pertinente ya que la Institución cuenta dentro del plan de estudios con varias asignaturas en el área de producción en las cuales es posible implementar actividades lúdicas soportadas en el laboratorio de la fábrica didáctica de Legos, donde es factible incluir la temática de materias como por ejemplo Producción, Investigación de Operaciones, Modelos Matemáticos Organización y Métodos, Procesos Industriales, Control de Calidad, Costos, Gestión Logística y Ergonomía, agregando de esta manera valor al programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama, al brindar a los estudiantes y profesores un ambiente de aprendizaje y enseñanza propio en cual se pueden construir y fortalecer conocimientos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Diseñar y elaborar las guías de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos, para el área de producción de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama.

3.2. Objetivos Específicos

- Revisar y analizar los contenidos programáticos y planeadores de las asignaturas del área de producción con el fin de identificar aquellos temas en los que se pueden implementar las guías de laboratorio.
- Identificar las necesidades de área física, materiales, equipos y elementos para la adecuada localización, instalación y funcionamiento del laboratorio.
- Diseñar las lúdicas y actividades para cada uno de los temas seleccionados.
- Validar teóricamente la aplicabilidad de las lúdicas por parte de docentes especializados.
- Estructurar las guías de laboratorio de la fábrica didáctica de legos para el área de producción.

4. ALCANCE Y LIMITACIONES

4.1. Alcance

El alcance de este proyecto de grado comprende el diseño, la validación teórica de la aplicabilidad de las lúdicas y la elaboración de las guías del laboratorio de la fábrica didáctica de legos para el área de producción.

4.2. Limitaciones

Los limitantes que se encontraron durante el transcurso de la investigación fueron:

- Al estar trabajando en un laboratorio que aún no está implementado en la sede Duitama, el proyecto se apoyó en el funcionamiento, materiales, equipos y herramientas que se encuentran en el laboratorio de la sede sur de Bogotá para el diseño y elaboración de las guías.
- La certeza de la cantidad de guías dependerá de los equipos y elementos con los que vaya a contar la universidad, ya que el desarrollo de una guía y su posterior aplicación lúdica pueden estar asociados a varias asignaturas del área de producción, en cuyo caso la cantidad de elementos puede variar sustancialmente.

5. ESTADO DEL ARTE

Para elaborar este proyecto de grado es importante tener en cuenta que por medio del constructivismo pedagógico y del aprendizaje colaborativo se generan beneficios al desarrollar prácticas de laboratorios, las cuales van más allá de solo el hecho de aprender también aportan a los estudiantes “la posibilidad de desarrollar capacidades de comunicación, cooperación, liderazgo y toma de decisiones” (Zuluaga y Aguirre, 2014), al brindarles la posibilidad de simular casos prácticos de la vida profesional. Es por esto que se van a tomar en cuenta los aportes que se generan al implementar los enfoques de constructivismo pedagógico y aprendizaje colaborativo a la enseñanza en ingeniería, la implementación de laboratorios y a su vez los beneficios generados en la academia a partir de lúdicas utilizando piezas de lego.

De este modo, hablaremos de la contribución que trae consigo la enseñanza constructivista, se tomará el caso de un artículo titulado “Construcción e implementación de un estudio de caso como herramienta de apoyo a los procesos de aprendizaje en la asignatura de producción desde un enfoque constructivista” (Arango, Hualpa, Reina y Roncancio, 2016). Mediante esta experiencia querían demostrar que, a partir de metodologías activas, es decir, las actividades que ponen a los estudiantes en contexto de situaciones reales, muy cercanas al entorno profesional, les permitieran complementar el trabajo realizado y en general pudieran desenvolverse de la mejor manera aplicando todos los conocimientos adquiridos en clases y que pudieran mejorar el rendimiento académico. Al final de la experiencia evaluaron a los estudiantes respecto a las interpretaciones que ellos con sus conocimientos podían aportar a la solución de las fallas presentadas. Los resultados arrojaron que un 38,5 % de los estudiantes no cumplieron con el objetivo de la práctica, es decir, no lograron relacionar la teoría vista en las aulas de clase con lo que se debía obtener en la práctica y el 61,5 % corresponde al porcentaje de estudiantes que aprobaron los objetivos de aprendizaje de la práctica.

Con esto se puede concluir que el constructivismo pedagógico y aprendizaje colaborativo, son de gran importancia para que los estudiantes adquieran conocimientos y aprendan relacionar los temas vistos en clase con casos prácticos que eventualmente se puedan presentar en su vida laboral, ya que queda claro que se aprende, haciendo.

Ahora bien, resaltando la importancia de la implementación de laboratorios en las universidades, se encontró un proyecto de grado realizado por estudiantes de ingeniería, relacionado estrechamente con el presente proyecto, el cual se titula “Diseño de guías prácticas para el control de inventarios por medio de tecnologías RFID, CB, GPS, sensores” (Collazos y López, 2016), donde se presenta una problemática relacionada con la falta de un laboratorio en su universidad, el cual ocasiona que los estudiantes no puedan complementar los temas vistos en clase, y estos a su vez no dispongan de una herramienta que les brinde la posibilidad de ser más competitivos al enfrentarse en un mundo laboral. Un caso semejante se muestra en el artículo titulado “Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica” (Pérez, Bravo, Villafuerte y Pesa, 2014), donde muestran el rol del laboratorio en la formación básica de los estudiantes de ingeniería, a partir de esta información determinaron que mediante la implementación de estos espacios, proporcionaban a los estudiantes una herramienta que les permitía integrar cada una de las competencias básicas que debían desarrollar para ser más competitivos en su etapa productiva. Por consiguiente, se puede decir que para cualquier carrera resulta indispensable poner en funcionamiento áreas para el desarrollo de habilidades de los estudiantes que les permitan optimizar sus conocimientos y llevarlos a un contexto real.

Por otra parte, se hará hincapié a los aportes generados con la implementación de lúdicas donde se emplean piezas de lego para su elaboración, de esta manera

resalta la ponencia realizada por estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira (2011) titulada “Una metodología práctica para fortalecer el proceso de formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial” en el que por medio de una práctica sustentada bajo la metodología constructivista C3, mostraban temas relevantes para la carrera de ingeniería industrial como lo son sistemas de producción Pull. En la ponencia relacionaron dos lúdicas, la primera perteneciente al grupo GEIO y la segunda al laboratorio de Manufactura Flexible. El fin de estas lúdicas era que los estudiantes desarrollaran y fortalecieran habilidades y competencias, para que posteriormente pudieran dar soluciones a problemáticas que se den en su entorno laboral. De esta manera se llega a la conclusión, que la metodología desarrollada por estos estudiantes de ingeniería propició al fortalecimiento del proceso de formación de los estudiantes, ya que les dio la oportunidad interiorizar los conceptos vistos en clase y adquirieron una mayor comprensión de los mismos.

6. MARCO DE REFERENCIA

6.1. Marco Conceptual

En esta sección se elaboró una revisión de los conceptos generales e ideas a partir de las cuales se sustenta el diseño y la elaboración de las guías de laboratorio para la fábrica didáctica de Legos.

Para empezar es importante entender y definir las corrientes pedagógicas que evidencian los beneficios que supone la implementación de guías de laboratorio en el proceso de enseñanza – aprendizaje, estas corrientes son el constructivismo pedagógico y el aprendizaje colaborativo, la primera de estas propone la filosofía de aprender haciendo, es decir, esta plantea la necesidad de brindar herramientas a los alumnos donde sean capaces de adquirir conocimientos por medio de la construcción cognitiva, social y afectiva, lo cual solo es posible mediante la experiencia. (Zuluaga y Aguirre, 2014). La segunda de estas se define como una corriente pedagógica derivada del constructivismo la cual plantea que a través del aprendizaje colaborativo se adquieren ciertas actitudes y destrezas únicas como resultado de la interacción de grupo ya que en este las personas intercambian información, ideas, opiniones y trabajan en una misma tarea, identificando así las dificultades y errores que se pueden encontrar. (Maldonado, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior se identifica una herramienta educativa donde es posible la implementación y ejecución de estas corrientes pedagógicas, la cual es la práctica de laboratorio que básicamente es un tipo de clase que permite ampliar, profundizar y consolidar las nociones teóricas de una asignatura por medio de técnicas didácticas y experimentales. (Arias y Ramírez, 2018). Para el correcto desarrollo de esta se utilizan las guías de laboratorio cuya función principal es describir las prácticas al permitir profundizar en los conceptos que deben asimilar los estudiantes, con el fin de reforzar o adquirir competencias y conceptos. La guía

de laboratorio debe exponer las instrucciones necesarias para que el estudiante pueda obtener el máximo beneficio al facilitar el registro, análisis y elaboración de resultados e informes. (Universidad Cooperativa de Colombia, 2015).

En el desarrollo de una práctica de laboratorio con su respectiva guía se debe tener inmerso un componente lúdico que básicamente es lo que le da sentido a estas herramientas ya que se utilizan dinámicas propias de los juegos, donde se generan micro mundos que permiten la interiorización de conceptos al sentir, divertirse y expresarse. (Zuluaga y Gómez, 2016).

La Universidad Antonio Nariño brinda un espacio de aprendizaje a través de la fábrica didáctica donde es posible ejecutar e implementar todo lo anterior con la ayuda de los diversos sets y piezas de Lego al permitir desarrollar en los alumnos competencias como: conciencia espacial, habilidades de razonamiento, aumento de la concentración y creatividad.

6.2. Marco Teórico

Para el desarrollo de este proyecto se debe tener en cuenta las definiciones de cada una de las asignaturas del Área Producción que se encuentran dentro del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño, con el fin de entender los temas en los cuales es factible desarrollar guías de laboratorio, para esto se empezará por contextualizar Ingeniería Industrial, siendo así:

La Ingeniería Industrial una disciplina que evoluciona constantemente, es por esto que para lograr entenderla actualmente y a futuro se deben conocer los cambios que ha sufrido a través de la historia. Usualmente se asocia el nacimiento de la Ingeniería Industrial como consecuencia de la Revolución Industrial, pero mucho antes de estos acontecimientos podemos ver cómo las personas realizaban actividades que hoy en día son propias de los Ingenieros Industriales, una muestra

de esto es en la construcción de las grandes civilizaciones antiguas donde se logra ver que para su elaboración se emplearon conocimientos en áreas como la optimización de recursos (humanos, materiales, financieros), en la comercialización de productos y el desarrollo de herramientas con el fin de facilitar el trabajo del hombre.

Luego se dio la Revolución Industrial a partir de la invención de la máquina de vapor, descubrimiento que permitió el cambio de una economía basada en el trabajo manual a una economía industrial donde se tenía una fuerza de trabajo más eficiente debido a la energía ilimitada que estas máquinas ofrecían. A raíz de la industrialización se empezó a evidenciar una preocupación por las interacciones humanas en las fábricas, el diseño y construcción de las mismas, los métodos de costos de la producción; por lo cual surgieron los Ingenieros Industriales con el fin de optimizar el trabajo.

Taylor el padre de la Ingeniería Industrial fue el primero que vio la necesidad de establecer centros de enseñanzas enfocados en el área, por esto que creo una escuela para la formación de personas en la administración científica. Posteriormente el primer curso de Ingeniería Industrial fue dictado en la Universidad de Kansas en 1902 y el primer programa completo de Ingeniería Industrial tiene su origen en Penn State Pensilvania en 1908.

En Colombia se evidenció la importancia de establecer programas de Ingeniería Industrial debido a que en los años 1954 y 1955 varias empresas empezaron a requerir Ingenieros Industriales con el fin de optimizar sus fábricas, ya que en Colombia no habían profesionales en el área debían recurrir a personas de otros países para este trabajo, a raíz de esta problemática en Colombia a partir de 1958 se dictó el primer programa de Ingeniería Industrial en la Universidad Industrial de Santander dirigida por el Ingeniero Químico Guillermo Camacho, la primera promoción fue en 1961.

Todo esto demuestra que la Ingeniería Industrial ha desarrollado un papel fundamental a lo largo de la historia, y que hoy en día su importancia es tan grande para el desarrollo de las empresas, que se deben optimizar los procesos de enseñanza de esta disciplina.

Siendo así el INSTITUTE OF INDUSTRIAL ENGINEERS (IEE) define Ingeniería Industrial como una disciplina basada en las habilidades y conocimiento de las ciencias naturales, físicas, matemáticas y sociales, junto con los principios, técnicas, destrezas y análisis de la ingeniería; para el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía, es decir, esta utiliza las ciencias de manera organizada con el fin de darle un uso práctico y óptimo a los recursos.

Luego de haber definido que es la Ingeniería Industrial y entender la importancia de su enseñanza y aprendizaje como disciplina, en la siguiente tabla se encontrara una descripción general de las asignaturas del Área Producción que se encuentran dentro del programa y sobre las cuales es factible desarrollar guías de laboratorio para la Fábrica didáctica de la Universidad Antonio Nariño.

Tabla 1. Descripción de las asignaturas del Área de Producción

Asignatura	Descripción
Producción	Aporta herramientas y técnicas de planeación, mejoramiento, control y diseño de modelos de producción para la fabricación de productos de forma eficaz y eficiente; permitiendo tomar las mejores decisiones sobre la administración de los recursos con el fin de maximizar la productividad.

Investigación de Operaciones	Permite la formulación de modelos matemáticos con el fin de aprender a utilizar técnicas que faciliten la toma de decisiones para solucionar los problemas presentes en la planificación, dirección y organización de las empresas con el objetivo de maximizar utilidades y minimizar costos.
Organización y Métodos	Se encarga del estudio de la selección de productos y servicios junto con los diseños necesarios para desarrollarlos como lo es la medición y la compensación del trabajo, proporcionando así técnicas y herramientas para la administración de la producción que permitan lograr el control efectivo y económico de los sistemas de producción.
Gestión logística	Brinda los conocimientos, técnicas y herramientas necesarias para lograr manejar la cadena de abastecimiento, al facilitar la planificación, programación y control de los sistemas logísticos de una empresa y así lograr un correcto flujo de materiales, productos, servicios e información, con el fin de garantizar la disponibilidad de estos en todo momento.
Procesos Industriales	Proporciona los conocimientos necesarios para identificar las actividades, etapas y sistemas necesarios para la transformación de materias primas en productos con la ayuda de insumos y suministros, también permite el diseño de procesos industriales al aprovechar eficazmente los recursos naturales y así lograr satisfacer las necesidades de los clientes.
Control de inventarios	Ofrece los conocimientos sobre modelos de inventarios, con el fin de realizar una gestión eficiente de estos, al aprender a realizar un manejo adecuado teniendo en cuenta el mercado, las políticas y la demanda a la que está sujeta.

Diseño de Plantas	Proporciona las herramientas necesarias para diseñar sistemas productivos, de servicio y logísticos; mediante la utilización de metodologías y técnicas de distribución en planta, con el fin de mitigar los riesgos antrópicos y físicos internos y externos, optimizando el espacio y minimizando los recorridos, haciendo un mejor uso del recurso humano y de los equipos.
Costos de producción	Permite conocer los procesos de planificación, programación y control de costos de producción y de servicios, al desarrollar habilidades y destrezas para la elaboración, estructuración y gestión de los sistemas de costeo en organizaciones.
Control de Calidad	Facilita el conocimiento, comprensión y aplicación de las diferentes técnicas y herramientas en el control de calidad, así como las características para el monitoreo evaluación y mejoramiento continuo en los procesos industriales.
Modelos Matemáticos	Permite realizar modelamientos de procesos productivos con el fin de optimizar recursos, ayudar en la toma de decisiones y así incrementar la productividad en las organizaciones.
Ergonomía	Brinda los conceptos, técnicas y herramientas que permiten analizar, evaluar las condiciones y las relaciones de los sistemas Hombre - Máquina en la búsqueda de soluciones que ayuden reducir los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales mediante la mejora de las condiciones de trabajo e incremento de la productividad y la calidad de vida.

Fuente: Autores

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. Tipo de investigación

El trabajo se realizó con base en un enfoque mixto, ya que este tipo de investigación “implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del estudio”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2008, p.534). Por medio de los procesos de observación se llegó a la conclusión de que la universidad no cuenta con las guías necesarias para la implementación del laboratorio de la fábrica didáctica de legos, para el área de producción, que permita a los estudiantes disponer de un espacio en el cual puedan llevar la teoría vista, a situaciones que se puedan presentar en la vida laboral. Para esto se comprobó el aporte al fortalecimiento de las competencias del estudiante, a partir de la aplicación de prácticas basadas en el constructivismo pedagógico y el aprendizaje colaborativo.

7.2. Fuentes de Información

El desarrollo del proyecto se fundamenta en fuentes primarias y secundarias de información las cuales ayudarán a enfocar el trabajo en la consecución de los objetivos planteados:

- **Fuentes primarias:** Visitas de campo a la fábrica didáctica de la Sede Bogotá, contenidos programáticas y planeadores del programa de Ingeniería Industrial.
- **Fuentes secundarias:** Proyectos similares de otras universidades, investigación de libros, revistas, páginas de internet, catálogos, referentes al tema a tratar.

7.3. Diseño de la investigación

Para llevar a cabo el diseño y elaboración de las guías se siguieron las siguientes etapas:

- **Recopilar información:** Se obtuvo información de cada una de las asignaturas en el área de producción, revisando los contenidos programáticos relacionados y los planeadores de cada una de ellas.
- **Definir los temas:** Luego de revisar los contenidos programáticos y planeadores de cada materia, se seleccionaron los temas específicos a trabajar en cada asignatura. Esta selección obedeció a criterios como la pertinencia entre las diferentes temáticas con la aplicación de una actividad lúdica puntual y efectiva.
- **Recolección de prácticas:** Se identificaron guías de laboratorio realizadas en otras universidades, con el fin de tener un acercamiento a diversas formas de enseñanza planteadas por otras instituciones y asociadas al objetivo del proyecto.
- **Análisis de las prácticas:** Se analizaron las prácticas recolectadas con el fin de conocer los aspectos importantes que deben tener las guías y encontrar oportunidades de mejoramiento.
- **Identificación de recursos:** Se definieron las necesidades de área física, materiales, equipos y elementos para el diseño de las actividades y lúdicas.
- **Realización de las lúdicas y actividades:** Teniendo en cuenta toda la información recolectada se procedió a diseñar las prácticas, es decir, se definió lo que cada lúdica y actividad tendría, así mismo cómo debían estar

estructuradas, y cuál será la secuencia lógica a seguir para su correcta aplicación para posteriormente realizarlas.

- **Validación de las lúdicas:** Finalmente se procedió a analizar sí las lúdicas y actividades desarrolladas son teóricamente factibles y aplicables por parte de docentes especializados.
- **Desarrollo de guías:** Se Diseñó y estructuró cada una de las guías en el transcurso del proyecto.

8. ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Con el propósito de crear actividades que permitan llevar a la práctica los conceptos aprendidos en las asignaturas de Ingeniería Industrial, específicamente las del área de Producción y de esta manera promover en los estudiantes actividades en las cuales puedan desempeñar un papel activo en las clases, se realizó el análisis de los contenidos programáticos de la carrera, el cual permitió identificar en qué materias resulta más pertinente la aplicación de lúdicas para reforzar el aprendizaje.

Por lo tanto, se elabora la “Matriz de priorización de temas para elaboración de lúdicas” la cual permitió identificar la temática de cada asignatura, a la cual posteriormente se le realizó su respectiva lúdica, siendo ésta la matriz:

Tabla 2. Matriz de priorización de temas para elaboración de lúdicas

La matriz se soluciona puntuando cada criterio con el valor de la escala que crea pertinente de la siguiente manera: **Muy Alto (5), Alto (4), Medio (3), Bajo (2) y Deficiente (1)**, favor digitar el numero en la casilla correspondiente.

ASIGNATURA						
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje	20%					
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante	15%					
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%					
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - practico.	20%					
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%					
TOTAL	100%	0	0	0	0	0

Fuente: Autores

Donde se observa el título “Asignatura” es el espacio reservado para el nombre de la materia analizada en cada matriz, las siguientes son las asignaturas del Área de Producción tenidas en cuenta:

Tabla 3. Asignaturas del área de producción

ASIGNATURAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN
Organización y Métodos
Procesos Industriales
Control de Inventarios
Costos de Producción
Investigación de Operaciones I
Investigación de Operaciones II
Producción I
Producción II
Modelos Matemáticos
Diseño de Plantas
Gestión Logística
Ergonomía
Seminario de Gestión de la Producción
Control de Calidad

Fuente: Autores

En la casilla de “Tema” se señala la temática identificada en los contenidos programáticos y planeadores de cada asignatura en los cuales consideramos que es posible aplicar una lúdica con Legos.

La matriz cuenta con cinco “Criterios”, cada uno con un “Peso ponderado” de acuerdo a su relevancia a la hora de seleccionar el tema, a su vez, cada criterio tiene una escala de calificación contemplada de 1 a 5, siendo uno la calificación más baja y cinco la más alta, a continuación, se describen los criterios:

Tabla 4. Criterios de evaluación para la selección de temas

CRITERIO	DEFINICIÓN	PESO PONDERADO
Optimización del proceso enseñanza-aprendizaje	El tema analizado proporciona algún medio o forma a través de la utilización de la fábrica didáctica que optimice la enseñanza de este, al facilitar la transmisión de ideas y aprensión de conceptos.	20%
Desarrollo de independencia cognoscitiva	El tema analizado desarrolla en el estudiante a través de su trabajo en la fábrica didáctica una capacidad intelectual y desarrollo de habilidades de abstracción de procesos, conceptos e ideas, por medio de la construcción de conocimientos a partir de procesos mentales conscientes, que a su vez propician el interés por el aprendizaje.	15%

<p>Promoción del aprendizaje autónomo y creativo</p>	<p>El tema evaluado genera en el alumno un interés lo suficientemente significativo que propicie que el mismo estudiante establezca sus propios objetivos, procedimientos, recursos y forma de evaluación, donde el estudiante quiera aportar sus experiencias y conocimientos, con los cuales se pretende fortalecer el aprendizaje y darle trascendencia.</p>	<p>15%</p>
<p>Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico – práctico</p>	<p>Se basa principalmente en la relación que existe entre la temática evaluada respecto a su orientación teórica en las aulas de clase y su aproximación para llevarlos a la práctica, a través de la fábrica didáctica de Legos, por medio de lúdicas que permitan potencializar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes.</p>	<p>20%</p>
<p>Grado de aproximación de la temática a un ambiente real</p>	<p>Hace referencia al grado de simulación en la fábrica didáctica de Legos de la temática evaluada en un escenario profesional, donde se contemplen variables y factores reales para así dar solución a problemáticas que puedan enfrentar en su vida laboral.</p>	<p>30%</p>

Fuente: Autores

De cada Matriz se seleccionó el tema que obtuvo una mayor puntuación, las matrices evaluadas de las 14 asignaturas se pueden ver en el Anexo A. Luego se compilaron las temáticas con mayor puntaje de cada asignatura, para ordenarlos de mayor a menor y así priorizarlos, con el fin de identificar en cuales se desarrollarían las lúdicas. Como resultado se obtuvieron los siguientes temas por asignatura:

Tabla 5. Temas seleccionados por asignatura

ASIGNATURA	TEMA	PUNTAJE
Producción I	Bom de Materiales	4,85
Diseño de Plantas	Tipos de distribución en planta	4,7
Organización y Métodos	Micro movimientos	4,55
Ergonomía	Ergonomía cognitiva	4,55
Seminario de Gestión de la Producción	Just in Time	4,55
Gestión Logística	Gestión de la cadena de suministro	4,5
Investigación de Operaciones I	Modelo de transporte	4,4
Investigación de Operaciones II	Teoría de colas	4,4
Producción II	MRP	4,4
Control de Inventarios	Modelo ABC	4,35
Control de Calidad	Sistemas Poka-Yoke	4,35
Procesos Industriales	Caracterización del proceso siderúrgico	4,3
Modelos Matemáticos	Cadenas de Markov	3,65
Costos de Producción	Costo de mano de obra	3

Fuente: Autores

De lo anterior se logra evidenciar que la asignatura de costos de producción no puntúa con un valor significativo, por lo cual se decidió acoplar su temática como una asignatura de apoyo para otras lúdicas.

9. NECESIDADES DE ÁREA, MATERIALES, EQUIPOS Y ELEMENTOS

9.1. Área Física

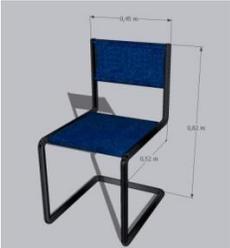
El espacio proyectado para la instalación de la fábrica didáctica teniendo en cuenta la visita al laboratorio de la sede de Bogotá y considerando la infraestructura con la que se cuenta en la sede de Duitama es 70 metros².

9.2. Mobiliario Propuesto

Para la adecuación del laboratorio y teniendo en cuenta el área física se proyecta la necesidad del siguiente mobiliario:

Tabla 6. *Mobiliario Propuesto*

Elemento	Cantidad	Medidas (m)	Imagen Ilustrativa
Tablero	1	2,78 x 1,20	<p>Figura 1. <i>Tablero</i></p>  <p>Fuente: Autores</p>
Mesas	8	1,36 x 0,60 x 0,75	<p>Figura 2. <i>Mesa</i></p>  <p>Fuente: Autores</p>

Sillas	33	0,82 x 0,45 x 0,52	<p>Figura 3. Silla</p>  <p>Fuente: Autores</p>
Mueble para los sets de Lego	2	1,60 x 0,90 x 0,45	<p>Figura 4. Mueble para sets de Lego</p>  <p>Fuente: Autores</p>
Mueble de Lockers	2	1,80 x 0,29 x 0,90	<p>Figura 5. Mueble Lockers</p>  <p>Fuente: Autores</p>
Escritorio Docente	1	1,60 x 0,79 x 0,74	<p>Figura 6. Escritorio Docente</p>  <p>Fuente: Autores</p>

Fuente: Autores

9.3. Materiales, equipos y elementos

Teniendo en cuenta la información suministrada por las Sedes de Bogotá y Villavicencio, se proyecta que la fábrica didáctica de Legos de la sede Duitama una vez instalada cuente con lo siguiente:

Tabla 7. Materiales, equipos y elementos fábrica didáctica de Legos

MATERIALES, EQUIPOS Y ELEMENTOS				
Elemento	Imagen Ilustrativa	Descripción	Cantidad	¿Se va a utilizar en las lúdicas?
Set mecanismos simples y motorizados Lego (9686)	<p>Figura 7. Set Mecanismos Simples y Motorizados</p>  <p>Fuente: (Lego,s.f)</p>	Este set contiene una variedad de bloques para explorar la ingeniería a partir del diseño de estructuras con mecanismos avanzados que ayudan a promover la comprensión del STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) con mecanismos simples y motorizados.	8 Sets	Si
Set mecanismos simples Lego (9689)	<p>Figura 8. Set Mecanismos Simples</p>  <p>Fuente: (Lego,s.f)</p>	Este set contiene una variedad de bloques dentro de los que se incluyen: engranajes, ruedas, ejes, palancas y poleas. Con el cual se busca involucrar a los estudiantes en la	8 Sets	Si

		investigación y comprensión del funcionamiento de máquinas simples y compuestas que se encuentran en la vida cotidiana.		
Set de neumática Lego (9641)	<p>Figura 9. Set de Neumática</p>  <p>Fuente: (Lego, s.f)</p>	Este set de complementos está diseñado para combinarse con el set de máquinas simples y motorizadas. Este incluye, válvulas cilindros, tanque de aire, manómetros, entre otros, los cuales permiten la construcción de cuatro modelos neumáticos de la vida real.	8 Sets	Si
Set principal robótica Lego EV3	<p>Figura 10. Set principal de robótica EV3</p>  <p>Fuente: (Lego, s.f)</p>	Es una solución práctica del STEM que involucra a los estudiantes al proporcionar los recursos para diseñar, construir y programar creaciones propias, mientras los ayuda a desarrollar competencias de creatividad, trabajo en equipo, pensamiento crítico y comunicación. El sistema incluye el EV3 Intelligent Brick, una computadora programable compacta y	4 Sets	No

		potente que permite controlar motores y recopilar comentarios del sensor utilizando el software intuitivo de programación y registro de datos.		
Set expansión robótica Lego EV3	<p>Figura 11. Set expansión de robótica EV3</p>  <p>Fuente: (Lego,s.f)</p>	<p>Este set contiene una amplia gama de elementos complementarios para continuar con las competencias que se presentan en el EV3.</p> <p>Los estudiantes profundizan en los temas de robótica con nuevos elementos y programas de construcción adicionales.</p>	4 Sets	No

Fuente: Autores

En el desarrollo de las lúdicas se proyectan algunos elementos adicionales a los sets de Lego que se consideran importantes de adquirir para el desarrollo de las prácticas, siendo estos:

Tabla 8. Materiales, equipos y elementos adicionales para la fábrica didáctica

MATERIALES, EQUIPOS Y ELEMENTOS		
Nombre	Cantidad	Imagen Ilustrativa
Computador de escritorio	1	<p>Figura 12. Computador de escritorio</p>  <p>Fuente: (Microxol,s.f)</p>
Video Beam	1	<p>Figura 13. Video Beam</p>  <p>Fuente: (Microxol,s.f)</p>
Flexómetro o Cinta métrica	12	<p>Figura 14. Cinta métrica</p>  <p>Fuente: (Lifeder,s.f)</p>
Cronómetros	12	<p>Figura 15. Cronómetro</p>  <p>Fuente: (dondeporte,s.f)</p>

Fuente: Autores

9.4. Diseño propuesto para el laboratorio de la fábrica didáctica de Legos

A partir del área física proyectada, el mobiliario propuesto y los materiales, equipos y herramientas con los que se va a contar, se elaboró la siguiente propuesta de diseño de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos, con ayuda del programa SketchUP 2020. En el Anexo B en la versión digital se podrá observar el diseño del laboratorio con ayuda del programa.

Figura 16. *Diseño del laboratorio*



Fuente: Autores

10. DISEÑO DE LAS LÚDICAS

Los sistemas de educación han venido evolucionando sustancialmente, dado que se busca impartir el conocimiento de otra manera, no solo como usualmente se ve en las clases magistrales donde el docente es quien expone el tema y los estudiantes toman el rol de receptores de esta información, sino procurando hacer más participes a los estudiantes. De esta manera, resulta importante adoptar nuevas técnicas de aprendizaje, donde se le permita a los estudiantes optimizar sus competencias genéricas como lo es el trabajo en equipo, la adaptación al cambio, la creatividad, la innovación, el razonamiento crítico, el aprendizaje autónomo, la capacidad de investigación entre otras, mediante la implementación de estrategias metodológicas como: el aprendizaje basado en problemas (APB), aprendizaje significativo basado en la resolución de problemas (ASARP), aprendizaje colaborativo, aprendizaje orientado en proyectos y por último el aprendizaje dado por medio lúdico y de simulación.

Teniendo en cuenta las estrategias metodológicas, anteriormente mencionadas, se hará énfasis en la implementación de las lúdicas como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial. Con el desarrollo de una lúdica, se busca proporcionar a los estudiantes una herramienta que les brinde la posibilidad de situarse en ambientes reales, donde simulen ciertos escenarios de su futura vida laboral. Las lúdicas, tienen los siguientes objetivos: “enseñar a los estudiantes a tomar decisiones prácticas que surjan en su vida, garantizar la posibilidad de adquirir una experiencia práctica, contribuir a la asimilación de conocimientos teóricos y preparar a los estudiantes en la solución de problemas” (Martínez y Lara, 2013).

De acuerdo a lo anterior, y basados en la importancia de ofrecer herramientas a los estudiantes donde se les permita afianzar y reafirmar el conocimiento teórico a través de una aproximación práctica de los temas vistos en las aulas de clase, se

diseñaron una serie de lúdicas dirigidas al área de producción de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño sede Duitama, ya que se considera que las lúdicas permiten que los estudiantes tengan una mayor participación en la construcción de su conocimiento, por tal motivo se tuvo en cuenta como una estrategia de aprendizaje a los estudiantes de ingeniería.

Siguiendo con los lineamientos del proyecto y una vez se han identificado los temas donde se pueden implementar las lúdicas, se procede a elaborar cada lúdica para su respectiva materia del área de producción, para esto se contará con un formato, que incluirá el nombre de la lúdica, su duración, la materia correspondiente, el objetivo, los recursos, la metodología y por ultimo las conclusiones, las cuales se pueden evidenciar a continuación:

Tabla 9. Formato de lúdicas

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	
	FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	
NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
1. OBJETIVO		
El objetivo de la lúdica permite señalar la finalidad del desarrollo de esta en relación a lo que se espera a partir del trabajo del tema central.		
2. RECURSOS		
Se especifica, detalla y describe todo lo requerido para el correcto desarrollo de la lúdica. Los recursos se dividirán en dos grupos: los recursos materiales (fichas de Lego, computadores, formatos, entre otros) y los recursos humanos necesarios para el desarrollo de la lúdica y sus respectivos roles.		

3. METODOLOGÍA

En este apartado se describen los pasos a seguir para el desarrollo de la lúdica, con los cuales se pretende presentar claramente la secuencia de trabajo (fases), para lo cual se utilizará como ayuda imágenes, diagramas, tablas, entre otros.

4. CONCLUSIONES

En este apartado se incluirán los aportes de los autores de acuerdo a lo que se espera que los estudiantes aprendan a través de los realizado y/o observado en la práctica.

Fuente: Autores

A continuación, se presenta la lúdica de la asignatura de Producción I, las demás lúdicas se encontrarán en el Anexo C.

Tabla 10. *Lúdica Producción I*



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
El BOM para la fabricación de sistemas de poleas	3 horas	Producción I
1. OBJETIVO		
Elaborar el Bom de Materiales necesario para la fabricación de un producto (sistema de poleas) con el fin de determinar el número óptimo de piezas y la correcta secuencia para su ensamble, cumpliendo los requisitos de calidad y tiempo.		
2. RECURSOS		
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:		
• Recursos Materiales:		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
50	370321	
75	4121715	
50	243124	
50	4560177	
50	4494222	
25	4239601	
25	4107800	
25	4211815	
25	4563045	
25	4526983	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

25

4544151



Nota: En los Sets de Mecanismos Simples no se encuentran todas las cantidades anteriormente descritas, pero en los sets de Mecanismos Simples y Motorizados se encuentran el resto de ellas, aunque varíen en color tienen la misma forma.

Cantidad	Elementos
5	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe asignar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir al almacén por las piezas y se encargará de indicar al docente que han finalizado el ensamble de sus productos.
15	Operarios	Encargados de determinar el Bom y ensamblar los productos en los puestos de trabajo.

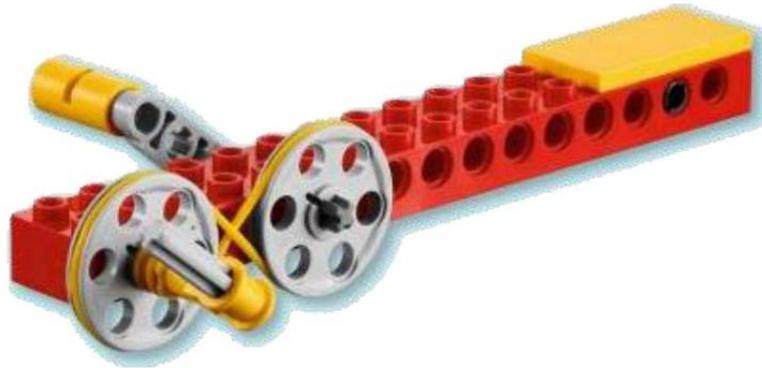
3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

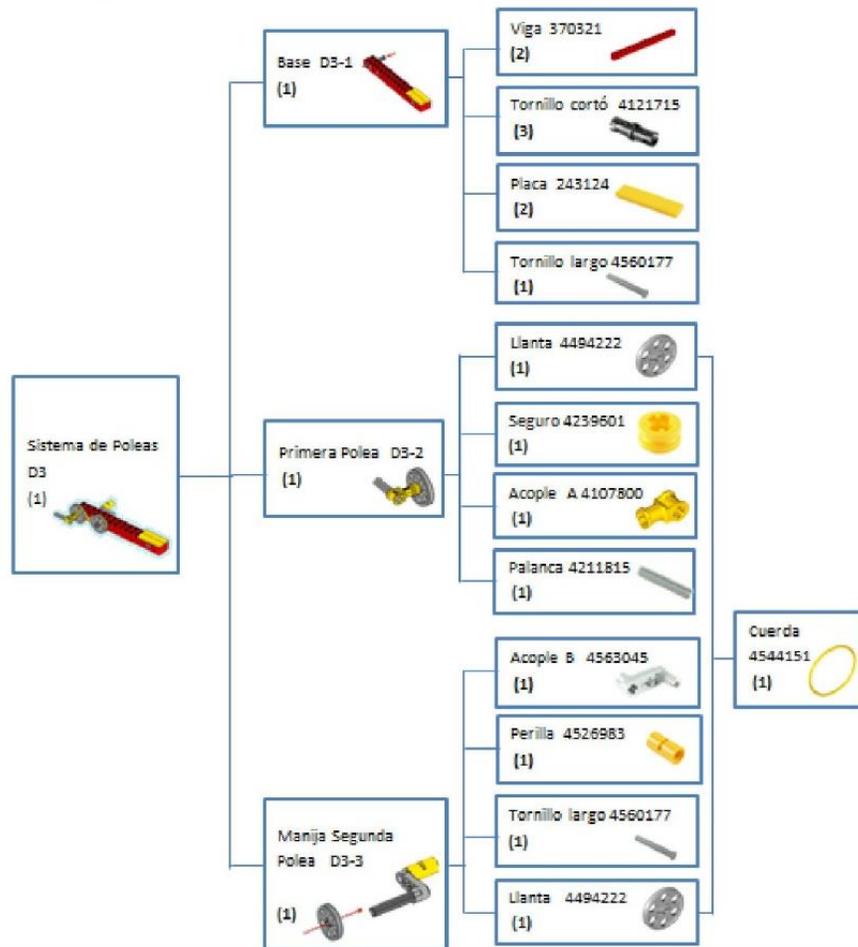
Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Bom de Materiales y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga del ensamble de diversos sistemas de poleas, los cuales son vendidos a varios clientes que los utilizan en sus propios procesos de fabricación, la empresa tiene un pedido por parte de un cliente especial de cinco (5) sistemas de poleas, para lograr satisfacer esta demanda su línea de producción deberá diseñar el Bom de materiales para el ensamble de la demanda de los sistemas de poleas.

Fase 3: Diseño del Bom de Materiales: En primer lugar, se le mostrará a cada una de las líneas de ensamble una imagen ilustrativa del producto



Seguido se les entregará el árbol de producto:





Sabiendo que la demanda a producir es de cinco (5) sistemas de poleas, el líder de cada equipo designara los roles de cada integrante y procederán a hallar el Bom de materiales para lo cual debe diligenciar sus resultados en la tabla resumen de estimación de demanda de piezas y componentes

Código Componente	Cantidad (Demanda)

Fase 4: Solicitud de Materiales: Luego de hallar cada equipo su Bom de Materiales el líder se dirigirá hacia al almacén con la tabla resumen de estimación de demanda de piezas y componentes para realizar su solicitud.

Nota: Cada grupo solo podrá solicitar una (1) vez la cantidad de fichas halladas en el BOM, deben tener en cuenta que el almacén solo tendrá una cantidad de (425) fichas, por lo que los grupos que más se demoren corren el riesgo de quedar con faltantes.

Fase 5: Puesta en marcha línea de ensamble: Luego de solicitar al almacén las fichas necesarias, cada líder de equipo organizará sus operarios y su línea ensamble con el fin de fabricar la demanda solicitada (5 sistemas de poleas).

Nota: El equipo ganador es aquel que logre producir la demanda en su totalidad con las fichas requeridas al almacén, con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del Bom de materiales ya que este brinda una mejor visualización de todos los niveles que forman el proceso productivo y permite identificar los materiales y etapas que pertenecen a una secuencia lógica, desde el ingreso de materia prima hasta que se obtiene el producto final.

11. VALIDACIÓN TEÓRICA Y DE LA APLICABILIDAD DE LAS LÚDICAS

Luego de diseñar cada una de las actividades para las lúdicas se procedió a realizar la validación teórica y de aplicabilidad de estas, para eso se diseñó la siguiente matriz:

Tabla 11. Matriz de validación teórica y de aplicabilidad de lúdicas

La matriz se soluciona puntuando cada criterio con el valor de la escala que crea pertinente, de la siguiente manera: si es **Muy Adecuado (5)**, **Adecuado (4)**, **Medianamente adecuado (3)**, **Poco adecuado (2)** y **Nada adecuado (1)**, favor digitar el numero en la casilla correspondiente.

Titulo de la lúdica					
ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
CRITERIOS					
Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica					
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?					
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?					
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?					
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica					
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje					
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?					
Subtotal	0	0	0	0	0
Total	0				

Fuente: Autores

La cual permite evaluar siete criterios los cuales se definen así:

Tabla 12. Definición criterios de evaluación

CRITERIOS	DEFINICIÓN
Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica.	Se analiza si el tema trabajado durante la lúdica es el más adecuado respecto a los demás temas de la asignatura que pudiesen haberse tratado.
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?	Se evalúa si el planteamiento teórico de la lúdica es suficiente, correcto y aporta al entendimiento del tema trabajado.
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?	Se determina si las fases planteadas para la lúdica, permiten que los estudiantes comprendan y entiendan de una forma más clara el tema trabajado.
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?	Se analiza la correcta utilización de los recursos, especialmente de los sets de Lego, al observarlos dentro de la lúdica como un componente estratégico que ayuda a entender de mejor manera el tema trabajado.
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica.	Se evalúa si la forma en que se expone el tema a través de cada una de las lúdicas tiene un alto grado de innovación y creatividad; teniendo en cuenta la forma en que se muestra el tema estudiado.
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje.	Se evalúa si la lúdica planteada proporciona a través de su implementación una herramienta que optimice la enseñanza de este, al facilitar la transmisión de ideas y aprensión de conceptos.

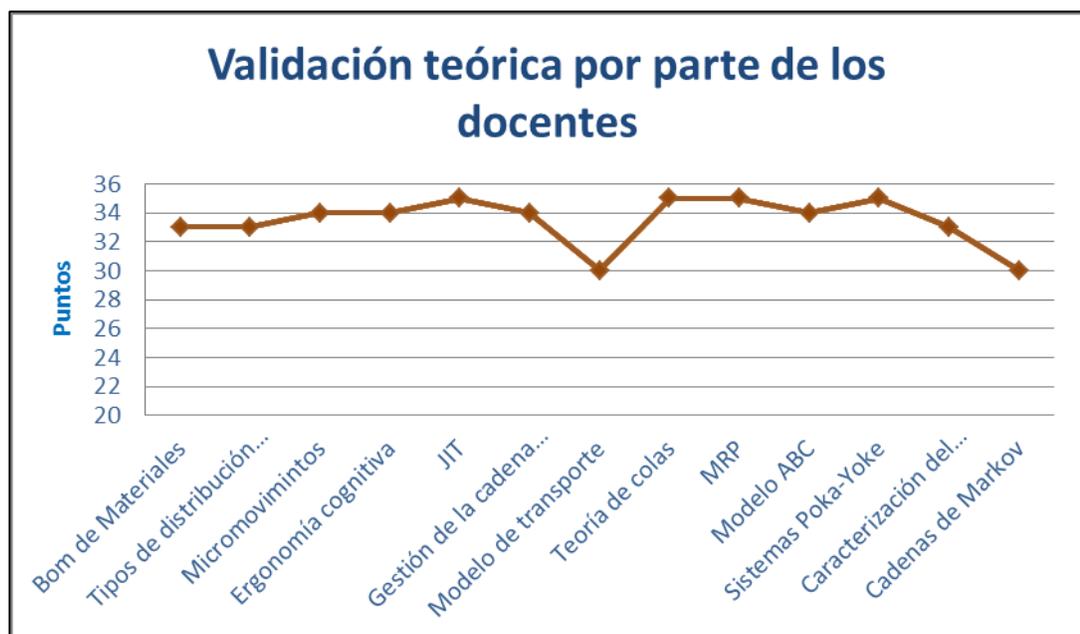
<p>¿La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?</p>	<p>Evalúa si en la lúdica expuesta se realiza una adecuada simulación del tema a tratar, donde se contemplen variables y factores reales para así dar solución a problemáticas que puedan enfrentar los alumnos en un escenario profesional.</p>
---	--

Fuente: Autores

La matriz también cuenta con una sección para comentarios y/o recomendaciones.

Cada una de las trece lúdicas fueron sometidas a un proceso validación realizado por docentes especializados en los temas del área de producción, específicamente por cada uno de los docentes que dictan cada asignatura en la Universidad (en el Anexo D se pueden ver las matrices calificadas por estos). A continuación, se observa en la gráfica los resultados obtenidos:

Figura 17. Validación teórica por parte de los docentes



Fuente: Autores

En la cual se observa que las trece ludicas analizadas por medio de la matriz arrojaron valores entre los 30 y 35 puntos, los cuales son resultados positivos teniendo en cuenta que el puntaje maximo que se puede obtener es de 35 y el puntaje minimo es de 7 puntos, lo anterior demuestra la validez teórica y de aplicabilidad de las ludicas al encontrarse todas estas en niveles muy superiores.

Tambien se tendran en cuenta los comentarios y recomendaciones dadas para el diligenciamiento de las guias de laboratorio.

12. ESTRUCTURACIÓN DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO

Después de realizar una revisión bibliográfica sobre diversos formatos de guías de laboratorio se determinó los siguientes aspectos claves mínimos que deben contener: título de la guía, resumen, objetivo, marco teórico, recursos y materiales, metodología o procedimiento, resultados y conclusiones.

Adicionales a estos, se consideró agregar aspectos como introducción, recomendaciones, bibliografía y anexos; dando como resultado el siguiente formato para las guías de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos:

Tabla 13. Formato de guías de laboratorio

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC – 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 12
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	
CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Hace referencia a aquellas asignaturas para las cuales sirve también de apoyo la lúdica, aunque no sea la asignatura central para la cual se elaboró, pero de igual forma el tema está relacionado.				
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
	Es el tema central de la guía de laboratorio			Es el tiempo estimado para el desarrollo de la lúdica

1. RESUMEN
Es una breve exposición de la lúdica, resaltando y detallando las ideas y aspectos principales que la van a comprender.
2. INTRODUCCIÓN
En este apartado se da una breve descripción y contextualización a los alumnos y docentes acerca de la temática a trabajar durante el desarrollo la guía.
3. OBJETIVO
El objetivo de la lúdica permite señalar la finalidad del desarrollo de la guía en relación a lo que se espera a partir del trabajo del tema central.
4. MARCO TEÓRICO
Permite señalar aquellos aspectos teóricos que sustentan el tema central de la guía, con el fin de que los alumnos los tengan presentes para el adecuado desarrollo de la lúdica.
5. RECURSOS
Se especifica, detalla y describe todo lo requerido para el correcto desarrollo de la lúdica. Los recursos se dividirán en dos grupos: los recursos materiales (fichas de Lego, computadores, formatos, entre otros) y los recursos humanos necesarios para el desarrollo de la lúdica y sus respectivos roles.
6. METODOLOGÍA
En este apartado se describe los pasos a seguir para el desarrollo de la lúdica, con los cuales se pretende presentar claramente la secuencia de trabajo (fases), para lo cual se utilizará como ayuda imágenes, diagramas, tablas, entre otros.
7. RECOMENDACIONES
Se presentan una serie de observaciones adicionales que deben tener en cuenta los alumnos y docentes para el correcto desarrollo de la lúdica.
8. RESULTADOS
Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar en este apartado los resultados obtenidos durante el desarrollo de la guía de laboratorio. Los resultados se pueden expresar en tablas, gráficos, dibujos; como lo considere necesario el docente a cargo del curso

9. CONCLUSIONES
En este apartado se incluirán los aportes de los autores de acuerdo a lo que se espera que los estudiantes aprendan a través de los realizado y/o observado en la práctica.
10. BIBLIOGRAFÍA
Se indica la bibliografía básica y complementaria relacionada al tema central de la lúdica.
11. ANEXOS
Se presentan una serie de documentos adjuntos los cuales dan soporte al desarrollo de la lúdica.

Fuente: *Autores*

A continuación, se presenta la guía de laboratorio de Bom de Materiales la cual corresponde a la asignatura de Producción I, las demás guías de laboratorio diseñadas para la fábrica didáctica de Legos, se encontrarán en el Anexo E.

Tabla 14. *Formato guía de laboratorio de Producción I*

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 12
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Producción I	50413433	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Producción II			50413434	VII
Gestión Logística			50413305	IX
Seminario de Gestión de la Producción			50412435	X
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
1	BOM de Materiales	El BOM para la fabricación de sistemas de poleas		3 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de Bom de Materiales, con el fin de proporcionar un instrumento que permita identificar los Requerimientos de Materiales necesarios para fabricar un producto (en este caso un sistema de poleas), para lo cual necesitarán aprender y entender cómo determinar las cantidades y componentes con el objetivo de lograr satisfacer la demanda, con altos estándares de calidad y en el menor tiempo posible; lo anterior les permitirá visualizar todos los niveles que forman el proceso productivo e identificar los materiales y etapas que pertenecen a una secuencia lógica, desde el ingreso de materia prima hasta que se obtiene el producto final.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>Uno de los grandes retos de toda empresa manufacturera es tener una adecuada gestión de los materiales, con el fin de determinar qué, cuanto, cuando y donde se necesitan, para gestionar de esta manera unos niveles óptimos de inventario para fabricar de una manera eficiente.</p> <p>Las primeras nociones de programas que permitieran la gestión de materiales, se da en la Segunda Guerra Mundial cuando los Estadounidenses crearon programas computarizados especializados para cubrir las necesidades de los cálculos militares, luego de la guerra los sectores productivos empezaron a utilizar estos sistemas para llevar el control de las operaciones en las empresas y así evolucionar a los sistemas que hoy conocemos como Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP).</p> <p>El MRP necesita de tres fuentes de información los cuales son: el Plan Maestro de Producción, el registro de inventarios y la lista de materiales, este último es el tema central de nuestra lúdica, la lista de materiales o Bom de materiales (Bills of materials).</p> <p>El Bom de materiales se implementa a través de la aplicación de 4 fases: el diseño del árbol de producto, estimación de la demanda, la determinación del lead time y el diseño del árbol de producto en relación al lead time.</p> <p>Es por esto que a través del desarrollo de esta lúdica se pretende dar a los estudiantes de Ingeniería Industrial una herramienta educativa que les permita interiorizar el concepto de Bom de materiales a través de juego, para que en el futuro profesional sea más fácil su recordación e implementación.</p>				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

3. OBJETIVO

Elaborar el Bom de Materiales necesario para la fabricación de un producto (sistema de poleas) con el fin de determinar el número óptimo de piezas y la correcta secuencia para su ensamble, cumpliendo los requisitos de calidad y tiempo.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Plan de Requerimientos de Materiales (MRP): Es un “método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.590).
- La lista de materiales o Bom de materiales (Bills of materials): Es aquel que “contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en que se elaboran los productos”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.593). Hay que tener en cuenta que el Bom de Materiales es un “sistema que trata la gestión de demanda dependiente, es decir, la gestión de productos cuya descomposición implica que la cantidad demandada de un componente depende de las cantidades demandadas de todos los productos finales en los que toma parte” (Andonegi, Casadesus y Zamanillo, 2005, p. 63).
- Demanda: Es el número de unidades de un producto o servicio que los consumidores están dispuestos a adquirir a cierto precio y en un momento determinado. (Rodríguez, Bao y Cárdenas, 2014).
- Línea de ensamble: Es una secuencia de estaciones de trabajo, que están frecuentemente conectadas por un sistema de manejo de materiales, el cual tiene como fin el ensamble de un producto a través de una serie de operaciones, cada una compuesta por diversas tareas, organizadas de forma tal que el producto se mueve de una estación a otra siguiendo una ruta (Moreno y Montealegre, 2013).
- Puesto de trabajo: Es la parte del área de producción establecida para cada operario, esta se encuentra dotada con los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso productivo (Álzate y Sánchez, 2013).
- Calidad: Es cumplir con la totalidad de rasgos y características establecidos por la empresa y su habilidad para satisfacer al cliente con un mínimo de errores y defectos. (Heizer y Render, 2009).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
50	370321	
75	4121715	
50	243124	
50	4560177	
50	4494222	
25	4239601	
25	4107800	
25	4211815	
25	4563045	
25	4526983	
25	4544151	

Nota: En los Sets de Mecanismos Simples no se encuentran todas las cantidades anteriormente descritas, pero en los sets de Mecanismos Simples y Motorizados se encuentran el resto de ellas aunque varíen en color tienen la misma forma.

Cantidad	Elementos
5	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 12
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir a el almacén por las piezas y se encargara de indicar al docente que han finalizado el ensamble de sus productos.
15	Operarios	Encargados de determinar el Bom y ensamblar los productos en los puestos de trabajo.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Bom de Materiales y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga del ensamble de diversos sistemas de poleas, los cuales son vendidos a varios clientes que los utilizan en sus propios procesos de fabricación, la empresa tiene un pedido por parte de un cliente especial de cinco (5) sistemas de poleas, para lograr satisfacer esta demanda su línea de producción deberá diseñar el Bom de materiales para el ensamble de la demanda de los sistemas de poleas.

Fase 3: Diseño del Bom de Materiales: En primer lugar se les mostrará a cada una de las líneas de ensamble una imagen ilustrativa del producto (Anexo A), seguido se les entregará el árbol de producto (Anexo B), sabiendo que la demanda a producir es de cinco (5) sistemas de poleas, el líder de cada equipo designara los roles de cada integrante y procederán a hallar el Bom de materiales para lo cual debe diligenciar sus resultados en la tabla resumen de estimación de demanda de piezas y componentes (Anexo C).

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Fase 4: Solicitud de Materiales: Luego de hallar cada equipo su Bom de Materiales el líder se dirigirá hacia al almacén con la tabla resumen de estimación de demanda de piezas y componentes para realizar su solicitud.

Nota: Cada grupo solo podrá solicitar una (1) vez la cantidad de fichas halladas en el BOM, deben tener en cuenta que el almacén solo tendrá una cantidad de (425) fichas, por lo que los grupos que más se demoren corren el riesgo de quedar con faltantes.

Fase 5: Puesta en marcha línea de ensamble: Luego de solicitar al almacén las fichas necesarias, cada líder de equipo organizará sus operarios y su línea ensamble con el fin de fabricar la demanda solicitada (5 sistemas de poleas).

Nota: El equipo ganador es aquel que logre producir la demanda en su totalidad con las fichas requeridas al almacén, con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 4 alumnos y no exceder los 6 grupos. También debe tener en cuenta que si modifica el número de los grupos debe incrementar o disminuir la cantidad de piezas de los sets de mecanismos simples de Lego.
- Para el ensamble del producto se propone en la lúdica que el procedimiento sea diseñado por los alumnos, pero si el docente desea pueden usar de guía el instructivo de ensamble propuesto por Lego (Anexo D).
- En el Anexo F se encontrara la solución de las cantidades del Bom de Materiales y también la solución del árbol de producto en relación al lead time (Anexo G).
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta a los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo.

Por cuestiones de tiempo en la lúdica no se puede profundizar en la explicación del lead time, como trabajo adicional los estudiantes deberán realizar el árbol del producto en relación al led time desde la solicitud de las piezas en el almacén hasta la recepción de estas en el área de ensamble. Los tiempos de lead time se pueden ver en el (Anexo E).

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del Bom de materiales ya que este brinda una mejor visualización de todos los niveles que forman el proceso productivo y permite identificar los materiales y etapas que pertenecen a una secuencia lógica, desde el ingreso de materia prima hasta que se obtiene el producto final.

10. BIBLIOGRAFÍA

Andonegi, J., Casadesus, M. y Zamanillo, I. (2005). Evolución histórica de los sistemas ERP de la gestión de materiales a la empresa digital. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 12, 61-72. <https://ehu.eus/ojs/index.php/rdae/article/view/11475/10631>

Arango, F. (2017). Competitividad en procesos de servicios: Lean Service caso de estudio. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. McGraw-Hill.

Heizer, J., Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones (7a Edición)*. Pearson Educación.

[Instructivo de Lego]. <https://education.lego.com/en-us/support/machines-and-mechanisms/building-instructions>

Moreno, J., y Montealegre, I. (2013). Problema de balance de línea con múltiples líneas en paralelo y enfoque multiobjetivo. (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle Santiago de Cali, Colombia.

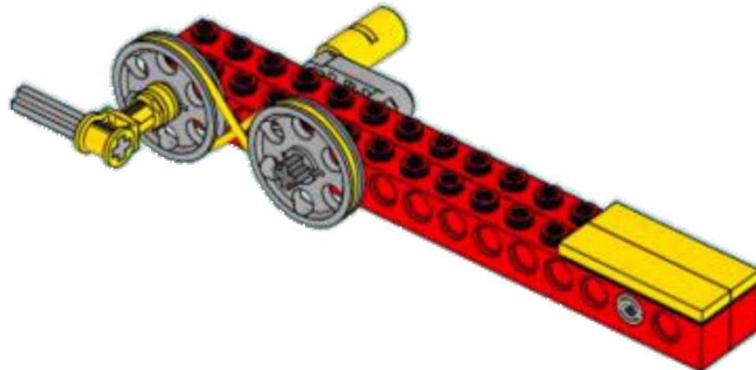
[Piezas de Lego]. <https://www.brickowl.com/>

Rodríguez, V. Bao, R. y Cárdenas, L. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos*. Editorial Limusa.



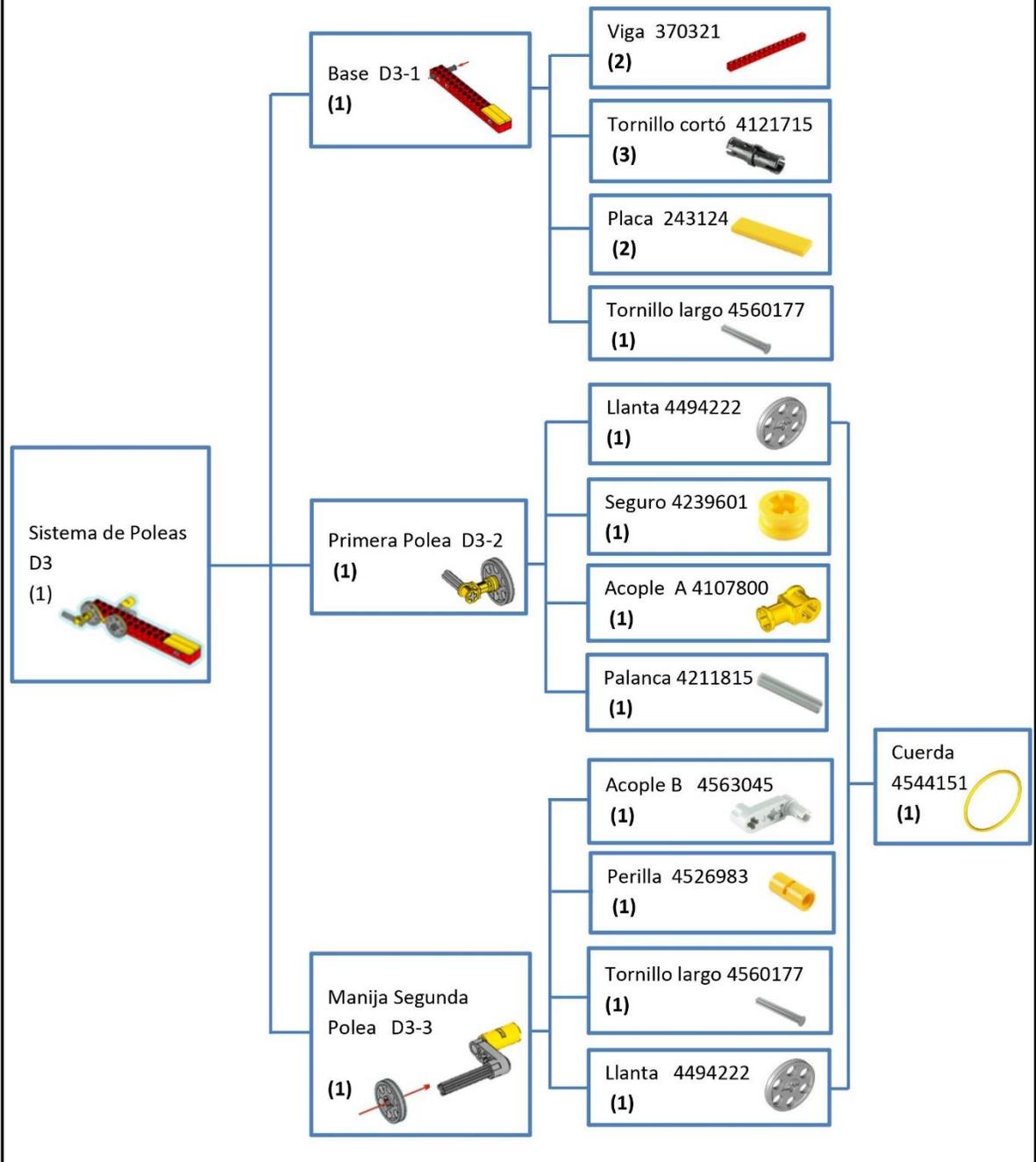
11. ANEXOS

Anexo A: Imagen ilustrativa sistema de poleas





Anexo B: Árbol de Producto Artículo D3 Mecanismos Simples de Lego: Sistema de Poleas

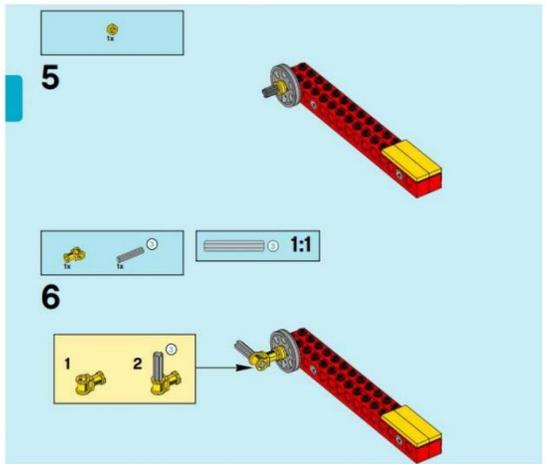
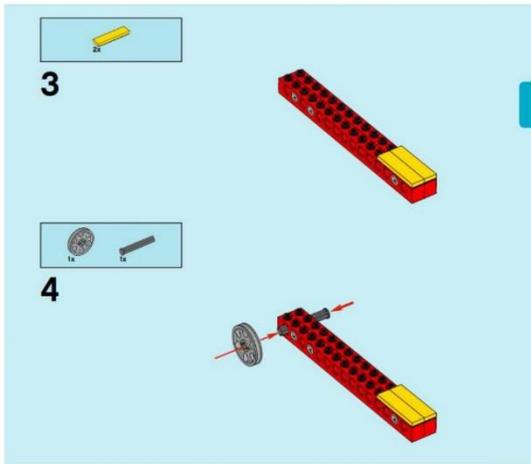
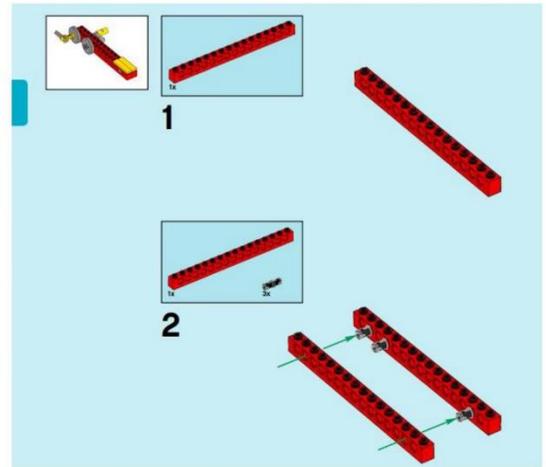


Anexo C: Tabla resumen de estimación de demanda de piezas y componentes

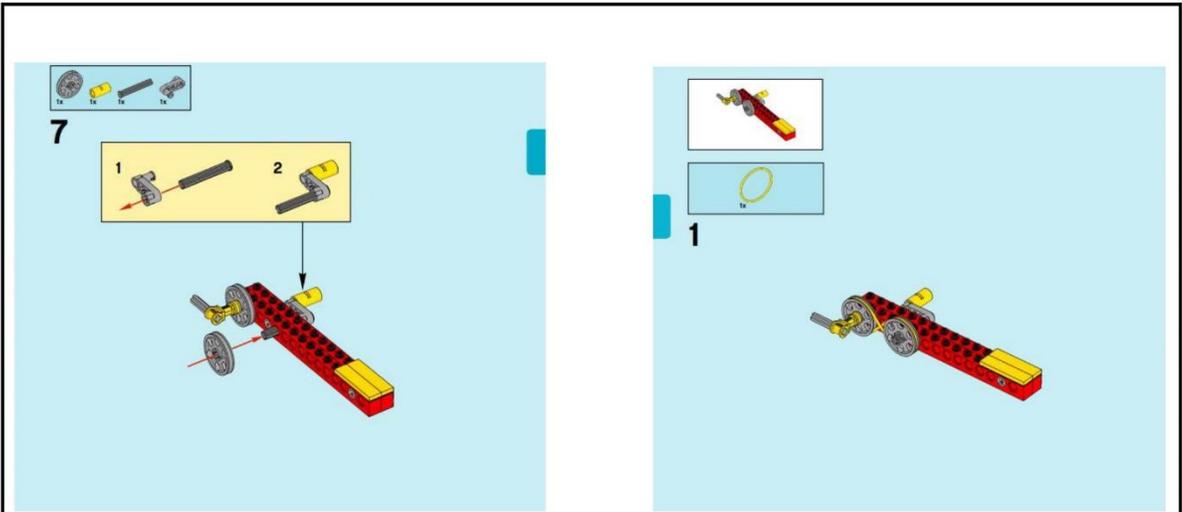
Código Componente	Cantidad (Demanda)



Anexo D: Propuesta de ensamble por LEGO



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 11 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	



Anexo E: Tabla de lead time de piezas y componentes desde la solicitud al almacén hasta la recepción en la línea de ensamble.

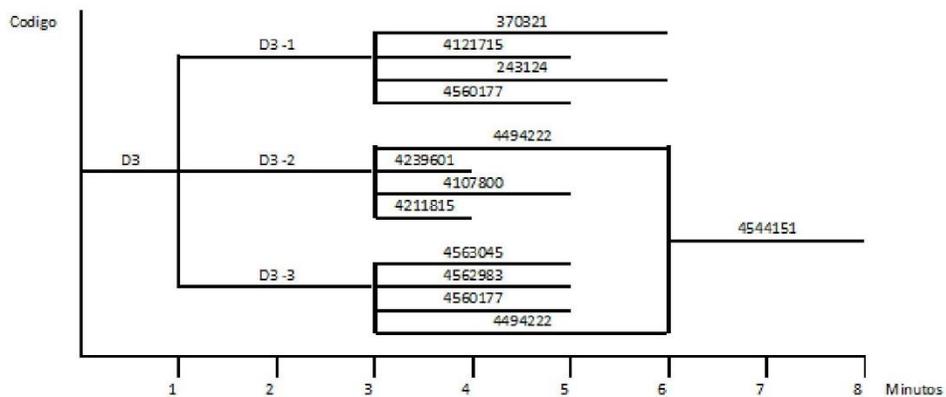
Código Componente	Lead Time (Minutos)
D3	1 minutos
D3 -1	2 minutos
D3 -2	2 minutos
D3 -3	2 minutos
370321	3 minutos
4121715	2 minutos
243124	3 minutos
4560177	2 minutos
4494222	3 minutos
4239601	1 minutos
4107800	2 minutos
4211815	1 minutos
4563045	2 minutos
4562983	2 minutos
4544151	2 minutos

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 12 de 12
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo F: Solución Bom de Materiales

Código Componente	Cantidad (Demanda)
D3	5
D3 -1	5
D3 -2	5
D3 -3	5
370321	10
4121715	15
243124	10
4560177	10
4494222	10
4239601	5
4107800	5
4211815	5
4563045	5
4562983	5
4544151	5

Anexo G: Árbol del producto según el lead time (Para comprobación de resultados)



Fuente: Autores

13. CONCLUSIONES

Gracias al diseño y elaboración de las guías de laboratorio para el área de producción los estudiantes de Ingeniería Industrial tendrán una herramienta de apoyo que les permita optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, basados en los enfoques del aprendizaje colaborativo y constructivismo pedagógico, al contextualizar los conceptos vistos en el aula de clase y llevarlos a situaciones reales que se puede presentar en su vida laboral.

La aplicación de lúdicas genera espacios más dinámicos en las aulas de clase, ya que incentivan en el estudiante el entusiasmo por aprender y fortalecer sus competencias genéricas como el trabajo en equipo, la creatividad y la innovación.

A partir del empleo de las lúdicas los docentes cuentan con una herramienta que les brinda la oportunidad de evaluar si los temas vistos en clase están siendo comprendidos correctamente por los estudiantes, por medio de clases más dinámicas e interactivas.

Se generó un insumo que ayudará a la Universidad Antonio Nariño en el proceso de planeación e instalación del laboratorio de la fábrica didáctica, a través de la propuesta de diseño de laboratorio elaborada.

Como resultado de este trabajo se diseñaron trece guías de laboratorio para el área de producción, específicamente para las asignaturas de Producción I, Producción II, Investigación de Operaciones I, Investigación de Operaciones II, Modelos Matemáticos, Control de Inventarios, Control de Calidad, Gestión Logística, Seminario de Gestión de la Producción, Organización y Métodos, Procesos Industriales, Diseño de Plantas y Ergonomía, en las cuales varias de estas cuentan con el complemento de la asignatura de Costos de Producción. Generando así a la Universidad Antonio Nariño y específicamente a la facultad de Ingeniería Industrial

una herramienta que permitirá aprovechar al máximo de un espacio educativo práctico donde se aplique el constructo teórico enseñado.

Producto de este trabajo se diseñaron dos matrices, que posteriormente podrán ser utilizadas en trabajos asociados a las lúdicas en la enseñanza de la Ingeniería, como lo son la “Matriz de priorización de temas para elaboración de lúdicas” la cual permite realizar un análisis sobre todos los temas de una asignatura y así priorizar cuantitativamente aquellos que se prestan para trabajar en una lúdica, y la “Matriz de validación teórica y de aplicabilidad de lúdicas” la cual permite evaluar la conformidad de una lúdica ya diseñada al valorar criterios cualitativos por medio de ponderaciones cuantitativas.

La flexibilidad del diseño de las guías de laboratorio y la polifuncionalidad de los sets de lego permite hacer ajustes de acuerdo a los requerimientos del docente y a las necesidades del momento.

14. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los docentes que brinden espacios dinámicos e interactivos a sus estudiantes, ejecutando las lúdicas proporcionadas para las asignaturas del área de producción, ya que les brinda oportunidades para mejorar el desarrollo de habilidades y destrezas volviéndolos sujetos activos y principales protagonistas de su propio aprendizaje.

Para la futura realización de nuevas lúdicas para la fábrica didáctica de Legos, se recomienda tomar como referencia las matrices creadas y los formatos diseñados.

Es importante que se haga una socialización de las lúdicas a los docentes de la facultad de Ingeniería Industrial con el fin de dar a conocer las guías y así propender su futura implementación.

Se sugiere que esta tesis sirva de insumo para la realización de futuros trabajos de grado que tengan relación con este tema, ya que la fábrica didáctica ofrece múltiples elementos que aún no se han explorado en las lúdicas anteriores.

Propiciar la divulgación del trabajo realizado en espacios académicos con el fin resaltar estas herramientas educativas para la enseñanza de la ingeniería.

REFERENCIAS

- Aguirre, A. y Cardona, G. (2014). *Diseño de una guía de prácticas en el laboratorio de manufactura flexible de la Universidad Tecnológica De Pereira, basada en la teoría del aprendizaje significativo como aporte al fortalecimiento de las competencias del ingeniero industrial*. (Tesis de Pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/5015/1/67042A284.pdf>
- Alemán, J. y Mata, M. (2006). *Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico prácticas*. <http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/GUIAMANUALPRACTICAS.pdf>
- Alfaro, Z., Robles, N., Luna, D., Quesada, J., Álvarez, D., Moya, M. y Méndez, M. (2010). *Perfil Profesional del Ingeniero en Producción Industrial*. http://cfia.or.cr/descargas_2013/formacion_profesional/perfil_profesional_ingenero_produccion_industrial_citec.pdf
- Alvarado, H. (2001). *La unidad de organización y métodos de una empresa*. <http://www.ehu.eus/lia/lia99/video2/OYM2LIA.pdf>
- Andonegi, J., Casadesus, M. y Zamanillo, I. (2005). Evolución histórica de los sistemas ERP de la gestión de materiales a la empresa digital. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 12, 61-72. <https://ehu.eus/ojs/index.php/rdae/article/view/11475/10631>
- Arango, C., Hualpa, A., Reina, D. y Roncancio, M. (2016). Construcción e implementación de un estudio de caso como herramienta de apoyo a los procesos de aprendizaje en la asignatura de producción desde un enfoque constructivista. *Ingeniare*, (21), 109-125. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/403>
- Arango, C., Rocha, J. y Pinzón, W. (2014). Diseño de Lúdicas Usando Circuito de Cibernética de Primer Orden. *Excellence in Engineering to Enhance a Country's Productivity*, 1-10.

https://www.researchgate.net/publication/317620934_Ludicas_Disenadas_como_Didactica_Usando_Cibernetica_de_Tercer_Orden

- Arango, F. (2017). *Competitividad en procesos de servicios: Lean Service caso de estudio*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Archibold, M. (2003). Historia de la Ingeniería Industrial y sus repercusiones en el desarrollo de Panamá en los últimos cien años. *I + D Tecnológico*, 2 (1), 35 - 48. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/124>
- Arias, C. y Ramírez, D. (2014). *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*. (Tesis Pregrado). Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Colombia. <https://red.uao.edu.co/handle/10614/6591>
- Bernal, M. y Ordoñez, D. (2014, 7-10 de octubre). *Utilización del software promodel para simular la lúdica beer game como proceso de formación de los ingenieros industriales de la Universidad Tecnológica de Pereira* [Ponencia]. Nuevos Escenarios En La Enseñanza de La Ingeniería, Cartagena, Colombia. <https://acofipapers.org/index.php/ei/2014/paper/viewFile/962/336>
- Camacho, H., Gómez, K. y Monroy, C. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP200.pdf>
- Carneiro, M. (2004). *La responsabilidad social corporativa interna: la nueva frontera de los Recursos Humanos*. Editorial ESIC.
- Carreño, C., Castillo, J., Amaya, L. y Ruiz, E. (2018). *Lúdicas de enseñanza en Producción y Operaciones*. Editorial UPTC.
- Carro, R. y Gonzales, D. (2015). *Administración de las Operaciones: Actividades para el aprendizaje*. Universidad Nacional de Mar del Plata. http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17_modelos_lineas_espera

- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. Mc Graw Hall.
- Collazos, A. y López, E. (2011). *Diseño de guías para prácticas para el control de inventarios por medio de tecnologías RFID, CB, GPS, SENSORES*. (Tesis Pregrado). Universidad ICESI. Santiago de Cali. Colombia. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68612/1/collazos_dise%C3%B1o_gu%C3%ADas_2011.pdf
- Companys, R. y Fonollosa, J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. Alfaomega Grupo Editor.
- Cruz, A. (2018). *Gestión de inventarios*. Editorial IC.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- De la Fuente, D. y Fernández, I. (2005). *Distribución en planta*. Editorial Universidad de Oviedo.
- Echeverri, E., Valencia, W. y Bohórquez, N. (2015). Implementación de laboratorios lúdicos para la evaluación por competencias desde un enfoque constructivista. *Revista Educación En Ingeniería*, 10(20), 123–132. <https://educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/584>
- Erazo, O. (2008). *Proceso de manufactura en Ingeniería Industrial*. Universidad Abierta y a distancia. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/4998/332571_Modulo_2011.pdf;jsessionid=23A7052AB7CEA025716AE08A3423BB0B.jvm1?sequence=1
- Fischer, L. y Espejo, J. (2004). *Mercadotecnia*. Mc Graw Hall.
- García, C., Ruiz, E., López, S. y Gago, L. (2011). *Formación y orientación laboral*. Mc Graw Hill.
- García, Y. y Diez, H. (2015). Aprendizaje activo en los estudiantes de ingeniería industrial. Universidad politécnica de la región ribereña. *Revista digital de*

- Medio Ambiente* "Ojeando la agenda." 36(51), 23–40.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299154>
- Gómez, J. (2014). *Gestión Logística y Comercial*. McGraw-Hill.
- González, B. y León, A. (2013). Procesos cognitivos: de la prescripción curricular a la praxis educativa. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 19(1), 49-67. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65232225004>
- Gonzales, Y., Ramos, Á., Montes, J., Hernández, H. y López, M. (2011). Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la ingeniería industrial. *Educación En Ingeniería*, 6(12), 61–68. Recuperado de <https://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/download/128/115/>
- González, L. y Rodríguez, M. (2009). Juegos y ejercicios prácticos para las materias del área de gestión de la producción y logística en ingeniería de producción. (Tesis de Pregrado). Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/779>
- Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*. McGraw-Hill.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna manufactura (3a Edición)*. McGraw-Hill.
- Guarín, A. y Baena, F. (2017). Fábrica de aprendizaje, una propuesta didáctica. En R. Roig (Ed), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (2548-2558). Octaedro.
- Guédez, C. (2011). Programación Lineal e Ingeniería Industrial: una Aproximación al Estado del Arte. *Revista Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(6), 61-78. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215021914005>
- Gutiérrez, F., Osorio, M. y Díaz, V. (2013). Jugar, aprender e innovar con la ingeniería. Memorias de VII Encuentro de la Red GEIO celebrado en Bogotá, en 2011. *Editorial Universidad Central*, 1 (1), 0-385. <http://rai.ucentral.edu.co/editorial/catalogo/jugar-aprender-innovar>

- Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. Mc Graw Hall.
- Hansen, B. y Ghare, P. (1989). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación*. Editorial EOI.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2008). *Metodología de la Investigación (6a edición)*. McGraw-Hill.
- Hernández, R. (2006). Principios ergonómicos aplicados a los mapas de conocimiento: ventajas y desventajas de las nuevas formas de representación de la información. *ACIMED*, 14(3),2-3. <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v14n3/aci07306.pdf>
- Herrera, F. (2001). Habilidades cognitivas. Notas del departamento de Psicología Evolutiva y de la educación. *Universidad Granada*, 1(1), 1-9. <https://scholar.google.es/scholar?oi=bibs&cluster=12526234448606819745&btnI=1&hl=es>
- Hillier, F. (2015). *Investigación de operaciones (10a. ed.)*. McGraw-Hill
- [Instructivo de Lego]. <https://education.lego.com/en-us/support/machines-and-mechanisms/building-instructions>
- Johnson, P., Leenders, M., Flynn, A., Castro, A. y Gómez, J. (2012). *Administración de compras y abastecimiento*. McGraw-Hill.
- Kalpakjian, S. y Schmid, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología (5a Edición)*. Pearson Educación.
- Krick, E. (1994). *Ingeniería de Métodos*. Limusa S. A.
- LEGO Education. (2018). *Catálogo 2018 Experiencias de aprendizaje lúdico que permiten a cada estudiante tener éxito*. http://aprenderhaciendo.co.cr/wp2/wpcontent/uploads/2018/07/LEGO_Education_2018_Latin_America.pdf
- López, E. y Joa, L. (2017). Cadenas de Markov aplicadas al análisis de la ejecución de proyectos de investigación. *Revista Cubana de Informática Médica*, 9, 44-

51. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592017000100005
- Lugo, G. (2006). La importancia de los laboratorios. Construcción y tecnología en concreto, *Ingeniería*, 20-22. <http://www.imcyc.com/revistact06/dic06/INGENIERIA.pdf>
- Maldonado, M. (2008). APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COLABORATIVOS. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14 (28), 158-180. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111716009>
- [Mapa de Colombia]. Recuperado de: <https://books.openedition.org/ifea/docannexe/image/3263/img-2.jpg>
- Moreno, J. y Montealegre, I. (2013). *Problema de balance de línea con múltiples líneas en paralelo y enfoque multiobjetivo*. (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle Santiago de Cali, Colombia.
- Muther, R. (1981). *Distribución en planta*. Barcelona. Editorial Hispano Europea
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y Operaciones (5a Edición)*. McGraw-Hill.
- Navarro, G., Rocco, A., Flores, L., González, A. y Caballero, G. (2016). El Aprendizaje Lúdico En El Nivel Medio Superior. *Jóvenes En La Ciencia*, (1), 861–873. <http://www.redalyc.org/pdf/551/55121025009.pdf>
- Niebel, B., Freivalds, A. y González, O. (2004). *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Alfaomega.
- Osorio, M. y Jaramillo, C. (2006). Utilización de la lúdica para la enseñanza del M.R.P. I. *Scientia Et Technica*, XII (32), 301-306. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84911652053>
- Payno, M. y Setien, J. (s.f). *Metalurgia y Siderurgia*. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1060/course/section/1242/Bloque%20%20siderurgia.pdf>
- Paredes, A., Peláez, K., y Salazar, A. (2016). Propuesta de un juego de mesa como herramienta didáctica para la explicación de conceptos de control de inventarios en programas de ingeniería industrial. *Revista Educación en*

- Ingeniería*, 11(21), 45-50.
<https://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/613/286>
- Pérez, S., Bravo, S., Villafuerte, M. y Pesa, M. (2015). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 642-665.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2014v31n3p642>
- [Piezas de Lego]. <https://www.brickowl.com/>
- Prawda, J. (2004). *Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones* (1^{er} Volumen). Limusa S.A.
- Pino, R. (2012). Catedra: costos operativos. <http://www.utntyh.com/wp-content/uploads/2012/03/UNIDAD-II-Materias-primas-y-materiales.pdf>
- Pocorey, L. y Ayabe, M. (2017) Sistema de producción Toyota (TPS), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. *Revista Tecnológica* .13 (19).
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322017000100009&lng=es&nrm=iso. ISSN 1729-7532.
- [Proceso Productivo de Acerías Paz de Rio. <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Productos/PublishingImages/Proceso-Productivo.png>
- Ramos, G. y Triana, M. (2011). Diagnóstico del proceso enseñanza y su relación con los estilos y estrategias de aprendizaje de los estudiantes del programa de ingeniería industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia Et Technica*, XVII (47), 270–275.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84921327031>
- Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones* (7a Edición). Pearson Educación.
- Rodríguez, G., Balestrini, S., Balestrini, S., Meleán, R. y Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. *Revista de*

- Ciencias Sociales.8* (1), 135-156.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>
- Rodríguez, V. Bao, R. y Cárdenas, L. (2014). *Formulación y evaluación de proyectos*. Editorial Limusa.
- Romero, A. (2006). Ergonomía cognitiva y usabilidad.
<https://www.um.es/docencia/agustinr/Tema6-0607a.pdf>
- Ruiz, C., Castiblanco, I., Cruz, J., Pedraza, L. y Londoño, D. (2018). Juegos de simulación en la enseñanza de la Ingeniería Industrial: caso de estudio en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 48-57.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672018000100048
- Ruiz, P. (2007). *La Gestión de Costes en Lean Manufacturing: cómo Evaluar las Mejoras en Costes en un Sistema Lean*. Editorial Netbiblo.
- Serna, H. (2008). *Gerencia estratégica. Planeación y gestión, teoría y metodología*. 3R Editores.
- Silva, P., Jaramillo, C. y Riveros, D. (2004). Aplicación De La Lúdica En La Solución De Un Problema De Investigación De Operaciones: Quesos Y Yogures. *Scientia Et Technica*, 10(26), 115–120.
<https://doi.org/10.22517/23447214.7075>
- Stanton, W., Etzel, M., y Walker, B. (2007). *Fundamentos de Marketing*. Mc Graw Hall.
- Suñé, A., Fonollosa, J., Fernández, V. y Sallán, J. (2017). *Cadenas de Markov: métodos cuantitativos para la toma de decisiones III*. Universidad Politécnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- Taha, H. y González, P. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación.
- Trujillo, C., Hernández, J. y Morales, J. (2017). Estudio del estilo de aprendizaje predominante en los alumnos de ingeniería industrial en el itsur. *Pistas Educativas*, 39(126), 282–290.
<http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/999>

- Universidad Cooperativa de Colombia. (2015). Convocatoria para publicar material de apoyo a la docencia. Consultado el 20 de octubre de 2019. <https://www.ucc.edu.co/pereira/prensa/2015/Paginas/convocatoria-para-publicar-material-de-apoyo-a-la-docencia0305-2294.aspx>
- Urquiola, I., Agüero, L., Garza, R. y Tamayo, A. (2016). La clasificación Pull-Push como elemento en la selección de herramientas para la planificación y control de la producción. *CyTA Ciencia y Técnica Administrativa*.15(3). www.cyta.com.ar/ta1503/v15n3a2.htm
- Vessuri, H. (2005). *Laboratorios y experimentos*. McGraw-Hill.
- Yazlle, J. (2010). *Cadenas de Markov*.
http://www.unsa.edu.ar/yazlle/public_html/discreta/08-markov.pdf
- Yepes, N. y Silva, B. (2015). La IBD y el ABP en los procesos de enseñanza aprendizaje de ingenieros industriales: caso de estudio mejora de tiempos de producción. *Agustiniana Revista Académica*, 9, 61-74. <http://revistas.uniagustiniana.edu.co/index.php/Agustinian/article/view/105>
- Zambrano, S. y Alvarado, F. (2011). Surgimiento y evolución de la ingeniería industria. *Revista In Vestigium Ire*, 4, 19-28. <https://doctrina.vlex.com.co/vid/surgimiento-ingeniera-industrial-458938674>
- Zuluaga, C. y Gómez, M. (2016). Metodología lúdica para la enseñanza de la programación dinámica determinista en un contexto universitario. *Entramado*, 12(1), 237- 249. <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v12n1/v12n1a16.pdf>
- Zuluaga, C. y Aguirre, A. (2014). Actividades prácticas del grupo GEIO automatizadas en la Celda de Manufactura Flexible. *Entramado*, 10(1), 340-352. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032014000100020&lng=en&tlng=es

ANEXOS

Anexo A. Matrices de priorización de las asignaturas del área de producción

ORGANIZACIÓN Y MÉTODOS						
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Diagramas y balanceo de líneas	Diseño del trabajo manual y micromovimientos	Estudio de tiempos, cálculo de tolerancias y suplementos	Cálculo de tiempos estándar	Implantación del método propuesto
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	5	5	5	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	2	4	4	4	2
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	3	3	3	4	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	5	5	4	4
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	2	5	5	4	3
TOTAL	100%	2,95	4,55	4,55	4,2	3,6

PROCESOS INDUSTRIALES						
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Caracterización del proceso siderúrgico	Caracterización del proceso cementero	Caracterización del proceso metalmeccánico	Caracterización del proceso de caucho	Caracterización del proceso de vidrio
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	4	4	4	4	4
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	4	4	4	4	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	4	4	4	4	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	4	4	4	4	4
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	5	4	4	4	4
TOTAL	100%	4,3	4	4	4	4

CONTROL DE INVENTARIOS						
CRITERIOS / TEMAS	Peso Ponderado	Modelos EOQ	Modelos CEP	Modelo ABC	Sistemas de Inventarios	Manejo de almacenes
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	4	5	5	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	4	4	5	4	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	3	3	4	3	3
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	4	5	4	5	5
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	4	4	4	4	4
TOTAL	100%	4,05	4,05	4,35	4,25	4,25

COSTOS DE PRODUCCIÓN						
CRITERIOS / TEMAS	Peso Ponderado	Costo de materia prima	Costo de mano de obra	Costos indirectos de fabricación	Sistemas de costos por procesos	Sistemas de costos presupuestados
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje	20%	3	3	3	3	3
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante	15%	2	3	2	3	2
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%	3	3	3	2	3
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	3	3	3	3
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	3	3	5	4	4
TOTAL	100%	2,85	3	3,45	3,15	3,15

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I						
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Modelos de programación lineal	Método Simplex	Método de la M	Análisis de Sensibilidad	Modelo de transporte
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	3	3	3	4	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	3	3	4	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%	3	3	3	3	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	3	3	3	5
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	3	3	3	4	4
TOTAL	100%	3	3	3	3,65	4,4

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES II					
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Programación entera	Teoría de colas	Programación dinámica	Administración de proyectos
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	4	5	4	4
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	4	2	2
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%	4	4	3	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	5	4	3
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	3	4	3	3
TOTAL	100%	3,35	4,4	3,25	3,2

MODELOS MATEMÁTICOS					
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Teorías de decisión	Cadenas de Markov	Programación no lineal	Simulación
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	3	3	3	3
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	4	3	3
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	3	3	3	3
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	4	3	3
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	3	4	3	3
TOTAL	100%	3	3,65	3	3

PRODUCCIÓN I							
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Diseño y desarrollo de productos y servicios	Planeación y desarrollo de procesos	Planeación agregada	Plan Maestro de Producción	Asignación de Recursos	Boom de Materiales
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	4	4	4	4	4	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	2	2	2	2	3	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%	4	4	3	3	3	5
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	3	3	4	4	5	5
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	4	3	4	4	5	5
TOTAL	100%	3,5	3,2	3,55	3,55	4,2	4,85

PRODUCCIÓN II					
TEMAS CRITERIOS	Peso Ponderado	MRP Y MRP II	Análisis de cuello de botella	JIT, TPS y manufactura esbelta	Simulación, análisis y control de Inventarios
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	5	5	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	2	3	2
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	3	4	2	3
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	5	4	5	4
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	5	5	5	5
TOTAL	100%	4,4	4,2	4,25	4,05

DISEÑO DE PLANTA						
TEMAS CRITERIOS	Peso Ponderado	Tipos de distribución en planta	Localización de las instalaciones	Distribución de los recursos en la planta	Cálculo de espacios	Modelos de distribución
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	4	4	5	4
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante	15%	4	3	4	4	3
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	4	4	3	4	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	5	5	5	4	5
Grado de aproximación de la temática de a un ambiente real.	30%	5	4	5	5	4
TOTAL	100%	4,7	4,05	4,35	4,5	4,05

GESTIÓN LOGÍSTICA						
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Gestión de la cadena de suministro	Gestión de la demanda	Gestión de compras	Gestión de almacenes	Gestión de distribución
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	5	5	5	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	4	4	4	4	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	4	2	3	3	3
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	4	3	3	3	4
Grado de aproximación de la temática de a un ambiente real.	30%	5	5	5	5	5
TOTAL	100%	4,5	4	4,15	4,15	4,35

SEMINARIO DE GESTIÓN DE PRODUCCIÓN					
CRITERIOS \ TEMAS	Peso Ponderado	Planeación y control de la producción	JIT	La calidad y el cliente	Modelado logístico
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	5	5	5	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	4	3	3
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	2	3	2	2
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	5	5	4	5
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	5	5	5	5
TOTAL	100%	4,25	4,55	4,05	4,25

ERGONOMÍA					
TEMAS CRITERIOS	Peso Ponderado	Sistemas y puestos de trabajo	Ergonomía del producto	Ergonomía de máquinas y herramientas	Ergonomía cognitiva
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	4	4	4	5
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	3	3	4	4
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo	15%	3	4	4	5
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	4	4	4	5
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	3	3	3	4
TOTAL	100%	3,4	3,55	3,7	4,55

CONTROL DE CALIDAD					
TEMAS CRITERIOS	Peso Ponderado	Sistemas Poka-yoke	Calidad de las mediciones	Cartas de Control	Muestreo de aceptación
Optimización de proceso enseñanza-aprendizaje.	20%	4	4	4	4
Desarrollo de independencia cognoscitiva del estudiante.	15%	5	3	4	3
Promoción del aprendizaje autónomo y creativo.	15%	4	4	3	4
Adaptabilidad de la temática a un enfoque teórico - práctico.	20%	5	3	4	4
Grado de aproximación de la temática de la lúdica a un ambiente real.	30%	4	4	4	4
TOTAL	100%	4,35	3,65	3,85	3,85

Anexo B. Propuesta de diseño de laboratorio en versión digital

Al cual se podrá acceder de la siguiente manera:

- Primero ingresar al archivo **ANEXOS**, a continuación, ingresar a la carpeta de archivos nombrada **Anexo B: Propuesta de diseño del laboratorio para la fábrica didáctica de Legos**. Aquí, encontrarán un video de la propuesta de diseño de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos, con ayuda del programa SketchUP 2020.

Anexo C. Lúdicas diseñadas para el área de producción



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA									
La planta PP	50413433	Diseño de plantas									
1. OBJETIVO											
Realizar una óptima distribución de planta, con el fin de determinar el número de trabajadores, espacios requeridos para cada máquina dentro de una en una planta.											
2. RECURSOS											
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:											
• Recurso Materiales:											
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Set de Lego</th><th>Imagen</th></tr></thead><tbody><tr><td>6</td><td>Mecanismos Simples de Lego</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td>Mecanismos Simples y Motorizados</td><td></td></tr></tbody></table>			Cantidad	Set de Lego	Imagen	6	Mecanismos Simples de Lego		6	Mecanismos Simples y Motorizados	
Cantidad	Set de Lego	Imagen									
6	Mecanismos Simples de Lego										
6	Mecanismos Simples y Motorizados										
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Elementos</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Formatos necesarios incluidos en la sección de anexos.</td></tr><tr><td>5</td><td>Reglas o cintas métricas.</td></tr></tbody></table>			Cantidad	Elementos	5	Formatos necesarios incluidos en la sección de anexos.	5	Reglas o cintas métricas.			
Cantidad	Elementos										
5	Formatos necesarios incluidos en la sección de anexos.										
5	Reglas o cintas métricas.										
• Recursos Humanos:											
<table border="1"><thead><tr><th>Numero</th><th>Rol</th><th>Descripción</th></tr></thead><tbody><tr><td>6</td><td>Directores líder de producción</td><td>Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares.</td></tr><tr><td>18</td><td>Auxiliares del director líder de producción</td><td>Servirán como apoyo a el líder y ayudarán a elaborar los cálculos.</td></tr></tbody></table>			Numero	Rol	Descripción	6	Directores líder de producción	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares.	18	Auxiliares del director líder de producción	Servirán como apoyo a el líder y ayudarán a elaborar los cálculos.
Numero	Rol	Descripción									
6	Directores líder de producción	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares.									
18	Auxiliares del director líder de producción	Servirán como apoyo a el líder y ayudarán a elaborar los cálculos.									



3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre distribución de plantas y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: El señor Pepito Pérez quiere saber cómo hacer una distribución para una nueva planta que acaba de adquirir donde sabe que se realizan 6 operaciones (1,2,3,4,5,6) cada una es llevada a cabo por una estación de trabajo, en esta planta se producirán los productos x, y, z con una secuencia de fabricación y producción diaria como se muestra en el siguiente formato. Pepito Pérez quiere saber cuántos trabajadores se necesitan, cuanta área se requiere para cada departamento y cuál es la distribución más apropiada para esta planta.

PRODUCTO	SECUENCIA	PRODUCCIÓN DIARIA
X	1-2-3-4-5-6	20.000
Y	1-3-2-5-6	35.000
Z	2-3-4-5-6	40.000

Nota: Pepito Pérez también conoce que cada estación de trabajo tiene cierto número de máquinas y un operador por máquina y que el área que ocupa cada trabajador es de 4 m². Otros datos adicionales se encuentran a continuación.

OPERACIÓN	# DE MÁQUINAS	DIMENSIONES DE CADA MÁQUINA (m)	AREA DE MATERIALES (m ²)
1	2	2*3	3
2	2	2*2	2
3	3	2*3	4
4	3	2*4	5
5	2	2*2	3
6	1	3*2	3

Fase 3: Para esto, cada uno de los equipos va hacer el papel de director de producción de la planta, y le ayudaran al señor Pepito Pérez a conocer los datos de la cantidad de trabajadores que se necesitan, el área total que se requiere para cada departamento y la distribución más apropiada para la planta.

Nota 1: cada equipo contará con un director líder de producción y auxiliares de producción.

Nota 2: Para responder las preguntas del señor Pepito Pérez deberán utilizar el siguiente formato en el cual se anotarán los resultados de la lúdica.



DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- Operadores que se requieren para la planta

- Área total que se requiere para cada departamento



- Distribución más apropiada para la planta

Nota 3: Las fórmulas necesarias se encuentran a continuación:

- **Área que ocupa un solo operador** = 4 m²
- **Cantidad total de operarios**= (# de operarios) x (cantidad de máquinas)
- **Área de operarios**= (# de máquinas) x (# operarios por máquina) x (Área que ocupa un solo operador)
- **Área de máquinas**= (# de máquinas) x (dimensiones de cada máquina)
- **Área de materiales**= (# de máquinas) x (área de materiales)
- **Área total por departamento**= (área de trabajadores) + (área de máquinas) + (área de materiales)
- **Área total de la planta es**= ÁTD1+ ÁTD2 + ÁTD3 + ÁTD4 + ÁTD5 + ÁTD6

Fase 4: Luego de tener todos los datos procederán con ayuda de las piezas Lego a simular la distribución de la planta, en el siguiente plano, que será de un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm).



Nota: Para elaborar la distribución de la planta cada grupo contara con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, la distribución de la planta será elaborada como lo crea pertinente cada equipo.

Fase 5: El equipo ganador es aquel que logre distribuir de mejor manera la planta, con las mejores condiciones y en el menor tiempo posible.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de una buena distribución en planta, y los aportes que genera a las organizaciones tener distribuidos de la mejor manera sus espacios de trabajo.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
Estudio de micro movimientos a los operarios de la línea de ensamble de balanzas de torre	3 horas	Organización y Métodos
1. OBJETIVO		
Simular la línea de ensamble de un producto (en este caso una balanza de torre), con el fin de que los estudiantes de Ingeniería Industrial sean capaces hacer un correcto análisis de los movimientos de un operario, al saber identificar los movimientos eficientes e ineficientes que este realiza; y así de esta manera lograr optimizar la producción incluyendo sus costos.		
2. RECURSOS		
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:		
• Recurso Materiales:		
PARA EL ENSAMBLE DEL PRIMER OPERARIO - TORRE		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
2	389423	
2	4514553	
2	389523	
2	370923	
2	302323	
1	370023	
12	4121715	
2	4526984	
2	4156341	
2	4542578	



PARA EL ENSAMBLE DEL SEGUNDO OPERARIO - BALANZA

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
1	373823	
2	4233486	
4	370323	
1	370526	
8	4114027	
2	4249021	
2	4186017	
1	4512360	
4	4140806	

PARA EL ENSAMBLE DEL TERCER OPERARIO - BALANZA TORRE

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
4	4514554	
4	4211815	
4	4234429	
4	4210658	
4	4514558	



Nota: Las piezas anteriormente descritas son las necesarias para un (1) grupo y todas se encuentran en una (1) sola caja de los Sets de Mecanismos Simples y Motorizados.

Cantidad	Elementos
4	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
12	Cronómetros

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
12	Operarios	Serán los encargados de ensamblar el producto y hacer la disposición de su puesto de trabajo.
12	Analistas	Serán los encargados de cronometrar el tiempo y de anotar los movimientos que utiliza el operario.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por seis (6) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre micro movimientos y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una línea de ensamble que se encarga de fabricar balanzas de torre, la empresa últimamente se ha dado cuenta que los operarios se les nota cansados y no están teniendo el rendimiento apropiado, el ingeniero de tiempos y movimientos recomendó hacer un análisis de los movimientos que los operarios realizan al ensamblar el producto con el fin de identificar aquellos therbligs innecesarios y así mejorar la producción.

Fase 3: División del equipo: Cada equipo está compuesto por seis (6) integrantes, los cuales a su vez se dividirán en 3 tres (3) sub equipos conformados por dos (2) integrantes los cuales se encargaran de:

- El sub equipo A se encargara de realizar el sub ensamble de la torre como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el ensamble propuesto por lego para esta parte:





- El sub equipo B se encargara de realizar el sub ensamble de la balanza como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el ensamble propuesto por lego para esta parte:



- El sub equipo C se encargara de realizar el ensamble final de las dos (2) partes realizadas por los otros sub grupos y terminar los detalles de la balanza de torre como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el ensamble propuesto por lego para esta parte:



Nota: Cada sub equipo está compuesto por un operario y un analista, para la lúdica se realizaran dos corridas en la cual los estudiantes cambiaran de rol.

Fase 4: Preparación del puesto de trabajo: El integrante que ejerce el rol de operario en la corrida se encargará de seleccionar las piezas necesarias para realizar el ensamble correspondiente (para guiarse se tiene el listado de piezas descrito anteriormente en la tabla de recursos), este se encargara de ubicarlas según crea que es la mejor disposición de estas en el puesto de trabajo (cada operario podrá realizar una disposición diferente según crea pertinente).

Fase 5: Inicio de la línea de ensamble: Teniendo el puesto de trabajo listo el analista de cada sub grupo tomara el tiempo que cada operario se demora haciendo su sub ensamble, al mismo tiempo tomara nota de los movimientos que este utiliza durante el proceso.

Nota 1: Se realizara una corrida de prueba con uno (1) de los operarios a fin de aprender el procedimiento de ensamble y la mejor forma de organizar el puesto de trabajo.

Nota 2: Si el analista desea puede tomar un video para capturar mejor los movimientos.

Nota 3: Este mismo procedimiento lo realizarán en las dos corridas al hacer el cambio de roles.

Fase 6: Análisis de los datos hallados: Con los datos hallados se escogerá los movimientos de los operarios de cada sub ensamble que haya demorado menos tiempo realizando su ensamble correspondiente y con estos datos se procederá a llenar el diagrama bimanual para esto se tiene el formato:



También de apoyo se entregara el listado de los therbligs.

- **Therbligs efectivos**

Therbligs	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacia desde y hacia el objeto: el tiempo depende de la distancia, en general precedida por tomar y va seguida de tomar.
Mover	M	Movimiento con la man llena:el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento, en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto: inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar en general precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto: por lo general es el therblig mas corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior: casi siempre ocurre junto con mover
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha: se detecta con facilidad
Ensamblar	E	Unir dos parates que van juntas: se detecta con facilidad.
Desensamblar	DE	Opuesto am ensamble, separacion de partes que estan juntas: generalmente esta precedido por posicionar o mover, seguido de soltar

- **Therbligs inefectivos**

Therbligs	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto: inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir una articulo entre varios, por lo comun sigue a buscar.



Posicionar	P	Orienta un objeto durante el trabajo: en general precedido por mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comprobar un objeto con un estandar, casi siempre con la vista, pero tambien puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para deterinar la siguiente accion: en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Mas alla del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance mas cercano.
Retraso evitable	R	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarestar la fatiga	D	Aparece en forma periodica, no todos los ciclos, dependiendo la carga de trabajo fisico.
Sostener	S	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Nota: De lo anterior se deberá realizar una conclusión sobre que therbligs ineficientes puede omitir y mejorar a un más el proceso de fabricación.

Fase 7: Estudio de costos: Teniendo en cuenta el menor tiempo de cada sub ensamble se procederá a hallar el costo total de mano de obra directa empleado :

El operario que ensambla la torre gana mensualmente \$ 1.500.000
El operario que ensambla la balanza gana mensualmente \$ 1.300.000
El operario que hace el ensamble final gana mensualmente \$ 1.100.000

Nota: Para esto se dan las siguientes fórmulas para hallar el costo_

$$\text{Valor de la hora} = \frac{\text{Salario Mensual}}{8h \cdot 30 \text{ días}}$$

$$\text{Valor de Mano de Obra Directa} = \text{Valor de la hora} * \text{tiempo empleado en horas}$$

$$\text{Valor Total de Mano de Obra Directa} = \text{Vlr MOD Operario 1} + \text{Vlr MOD Operario 2} + \text{Vlr MOD Operario}$$

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del estudio de micro movimientos al saber identificar los movimientos eficientes e ineficientes que un operario realiza; y así de esta manera lograr optimizar la producción incluyendo sus costos.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
Memorizando	2 horas	Electiva I (Ergonomía)
1. OBJETIVO		
Mejorar las capacidades cognitivas de los estudiantes, ya que por medio de la lúdica los estudiantes podrán optimizar su atención, percepción y memoria.		
2. RECURSOS		
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:		
• Recurso Materiales		
Cantidad	Elementos Set de Neumática Lego	Imagen
2	370323	
2	370923	
8	4140806	
1	4529334	
4	4529097	
1	4529341	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

2	4186017	
1	32523	
1	4237158	
1	4529099	
1	4529103	
1	4529226	
1	4211508	
1	Manómetro	



Cantidad	Elementos
1	Cronómetro

• Recursos Humanos:

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar los sets necesarios para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir a el almacén por el set para el ensamblaje del producto.
15	Operarios	Encargados de ensamblar el producto en cada uno de los dos (2) procesos, en los puestos de trabajo.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre ergonomía cognitiva y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga del ensamble de un modelo neumático, la empresa quiere facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la solución de problemas en cada uno de sus trabajadores, para esto, realizarán dos (2) procesos, el primero será el ensamblaje del modelo neumático con ayuda de las instrucciones de su construcción y el segundo proceso ensamblaran el producto sin ningún tipo de ayuda, más que su percepción visual y atención prestada en la ejecución del primer proceso.

Fase 3: Ensamblaje del producto con instrucciones: Cada equipo estará compuesto por cuatro (4) estudiantes, uno (1) de ellos tomará el papel de líder y los demás serán operarios. En primer lugar, el líder irá al almacén por el Set de Neumática Lego (9641), donde encontrarán las piezas necesarias para fabricar el modelo neumático (mostradas en recursos materiales), una vez tengan las piezas sobre su puesto de trabajo, el líder mostrará el modelo del neumático y las instrucciones (que encontrarán en el Set de Neumática Lego 9641) para su construcción y comenzaran con su ensamblaje.



Nota: El líder también podrá ayudar en el ensamblaje del producto, cada equipo contará con una mesa y cuatro sillas, y este será el puesto de trabajo. Deben tener presente cada paso en la construcción del modelo neumático, ya que solo lo tendrán en este primer proceso.

Fase 4: Una vez ensamblado el producto, el equipo contará con 20 segundos, para detallar el modelo neumático final.

Nota: Después de que todos los equipos hayan terminado el ensamblaje del producto, el docente contabilizará los 20 segundos para que ellos puedan observar el modelo neumático.

Fase 5: Luego el equipo procederá a desensamblar el producto y ubicar las piezas dentro del Set de Neumática Lego (9641), para cumplir con el siguiente proceso (ensamblaje del producto sin instrucciones).

Nota: Para este proceso los equipos no contarán con la lista de piezas lego para ensamblar el producto, solo tendrán el Set de Neumática Lego (9641).

Fase 6: *Ensamblaje del producto sin instrucciones:* Al tener el Set de Neumática Lego (9641) sobre el puesto de trabajo los integrantes del equipo procederán a escoger las piezas que necesitan para ensamblar el producto.

Nota: Los equipos contarán con 3 minutos, los cuales serán suficientes para seleccionar las piezas necesarias para ensamblar el producto. El docente será quien contabilice los 3 minutos.

Fase 7: Luego de que el docente contabilice los 3 minutos, los equipos procederán a ensamblar el producto.

Nota: La lúdica finalizará cuando todos los equipos hayan ensamblado el producto. Esta lúdica no contará con un ganador, el propósito final es de facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la solución rápida de problemas.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de la ergonomía cognitiva, especialmente aprovechar sus capacidades cognitivas, tales como atención, percepción, memoria, resolución de problemas y comprensión.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA										
Análisis de Sistemas Productivos usando la metodología Kanban	3 horas	Seminario Gestión de la Producción										
1. OBJETIVO												
Realizar un análisis de los diferentes sistemas productivos usando como herramienta de apoyo la metodología Kanban, permitiendo observar las diferencias entre el sistema Push and Pull y el uso de contenedores Kanban.												
2. RECURSOS												
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:												
• Recurso Materiales:												
	<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Imagen</th></tr></thead><tbody><tr><td>50</td><td></td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr><tr><td>50</td><td></td></tr><tr><td>100</td><td></td></tr></tbody></table>	Cantidad	Imagen	50		100		50		100		
Cantidad	Imagen											
50												
100												
50												
100												
	<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Imagen</th><th>Elemento</th></tr></thead><tbody><tr><td>8</td><td></td><td>Set mecanismos simples y motorizados Lego (9686)</td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>Set mecanismos simples Lego (9689)</td></tr></tbody></table>	Cantidad	Imagen	Elemento	8		Set mecanismos simples y motorizados Lego (9686)	8		Set mecanismos simples Lego (9689)		
Cantidad	Imagen	Elemento										
8		Set mecanismos simples y motorizados Lego (9686)										
8		Set mecanismos simples Lego (9689)										



8



Set de neumática Lego (9641)

Nota: en la tabla anterior se describen las piezas lego necesarias para fabricar los productos, para esto contarán con diferentes Sets de Lego, donde encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todas presenten el mismo color, lo importante es que todas estén fabricadas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Cantidad	Elementos
5	Formatos para hacer toma de tiempos.
16	Mesas
20	Sillas
8	Contenedores Kanban
4	Cronómetros

- **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
4	Jefes de almacén	Serán los encargados de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos y también se encargarán de tomar tiempos de fabricación del producto.
1-2	Patinadores	Se encargarán de llevar las piezas del almacén a los puestos de trabajo.
2-3	Operarios	Encargados de ensamblar los productos en las estaciones de trabajo.

3. METODOLOGÍA

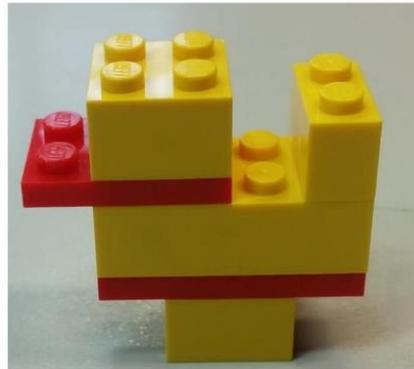
La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por cinco (5) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica.* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Sistemas Push, Sistemas Pull y Kanban y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Simulación del Sistema de Producción Push.* El primer problema consiste en fabricar 10 productos, como el del siguiente modelo, siendo esta la demanda proyectada para el periodo en cuestión. Los alumnos tendrán los siguientes recursos:



- Tres (3) Mesas (Puestos de trabajo).
- Cinco (5) Sillas.
- Materia prima para producir los diez (10) productos.



Nota: cada equipo contará con 6 Sets de Lego, con los que tendrán que fabricar los productos solicitados. Deben tener en cuenta que en cada Set encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todos los productos presenten el mismo color, lo importante es que todas estén ensambladas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Fase 3: Con los recursos disponibles los estudiantes deberán diseñar la línea de producción. Los equipos se dividirán de la siguiente manera: dos (2) de ellos tomarán el papel de patinadores, uno (1) será el jefe de almacén y dos (2) adoptarán el papel de operarios; propendiendo cumplir con la demanda proyectada de los productos en el menor tiempo posible y con la calidad requerida.

Fase 4: El jefe de almacén entregará a los patinadores las piezas que ellos les soliciten, para esto los estudiantes que tengan este rol tendrán la lista de materiales necesarios para fabricar los 10 productos (se encontrarán en los recursos materiales), enseguida llevaran estas piezas de la manera más apropiada a los puestos de trabajo donde los operarios ya deben tener ordenada la línea de ensamblaje, para la posterior fabricación de los productos.

Nota: La línea de ensamblaje de los productos quedará a consideración de cada uno de los equipos. El jefe de almacén se encargará de tomar el tiempo que tarden los operarios en fabricar los productos y anotará los datos en el siguiente formato:

	Sistema Push	Sistema Pull
Tiempo de Fabricación (s)		

Fase 5: Una vez terminada la simulación del sistema de producción push, los equipos guardaran las piezas en el Set correspondiente, y se prepararan para continuar con la simulación del sistema de producción Pull.

Fase 6: *Simulación del Sistema de Producción Pull utilizando contenedores Kanban.* El segundo problema consiste en cumplir con la demanda de un cliente para la fabricación de diez (10) productos en el menor tiempo posible, igual al modelo anterior, para este problema se contará con los siguientes recursos:



- Cuatro (4) Mesas (Puestos de trabajo).
- Cinco (5) Sillas.
- Materia prima para producir los diez (10) productos.
- Dos (2) contenedores Kanban con su respectiva tarjeta.

Nota: Igualmente para esta simulación cada equipo contara con 6 Sets de Lego, con los que tendrán que fabricar los productos solicitados. Deben tener en cuenta que en cada Set encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todos los productos presenten el mismo color, lo importante es que todas estén fabricadas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Fase 7: Con los recursos disponibles los participantes deberán diseñar una línea de producción lo más óptima posible, los equipos tendrán la siguiente distribución: uno (1) de ellos tomará el papel de patinador kanban, uno (1) será el jefe de almacén y los otros tres (3) podrán adoptar el papel de operarios; propendiendo cumplir con la fabricación de los productos en el menor tiempo posible y con la calidad requerida.

Fase 8: El jefe de almacén entregará al patinador kanban las piezas que le soliciten, para esto los estudiantes que tengan este rol tendrán la lista de materiales necesarios para fabricar los 10 productos, aquí utilizaran los contenedores Kanban para transportar las piezas a los puestos de trabajo donde los operarios ya deben tener ordenada la línea de ensamblaje, para la posterior fabricación de los productos.

Fase 9: En este problema los contenedores se utilizan de forma muy similar a las tarjetas Kanban. Sin embargo, en vez de ser tarjetas adheridas a los materiales, el contenedor en el que se guardan se convierte en el Kanban real, es decir, estos se etiquetarán con información similar a las tarjetas ver Anexo D. El patinador Kanban únicamente podrá movilizar de a un contenedor (del puesto de trabajo del jefe de almacén al puesto de trabajo de los operarios) el cual solo podrá contener 10 piezas en cada corrida, una vez el patinador Kanban transporte el contenedor a los puestos de trabajo donde se encuentren los operarios y estos desocupen o liberen el contenedor, este podrá realizar la siguiente corrida hacia el puesto del jefe de almacén, lo hará las veces que sea necesario hasta que se hayan fabricado la cantidad de productos solicitados.

Nota 1: El patinador Kanban debe estar pendiente cada vez que el contenedor que transportó al puesto de trabajo de los operarios se encuentre vacío, ya que de él depende que la línea de ensamble no pare.

Nota 2: Los estudiantes, como ya se mencionó anteriormente deberán cumplir con la demanda del cliente en el menor tiempo posible con un correcto diseño de la línea de ensamble en el cual deberán utilizar los dos (2) contenedores kanban para optimizar la fabricación de los diez (10) productos. El jefe de almacén se encargará de tomar el tiempo que tarden los operarios en fabricar los productos para la segunda simulación y anotará los datos en el formato anterior.

Fase 10: Una vez los equipos completaron las 2 simulaciones, se dará por finalizada la lúdica. Finalmente los estudiantes expondrán cuáles fueron los secretos para disminuir los tiempos en cada uno de los problemas planteados y el por qué el uso de contenedores Kanban permite una mejor organización de la línea de producción.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de la aplicación de Sistemas Pull, Sistemas Push y tarjetas Kanban, para tener una mejor organización en la línea de producción al igual que la optimización de tiempo al trabajar en equipo y ser organizados en los puestos de trabajo.



NOMBRE DE LA LUDICA	DURACIÓN	MATERIA
La catapulta	2 horas	Gestión Logística
1. OBJETIVO		
Simular una cadena de suministros, con cada uno de sus participantes, como lo es el proveedor, productor, distribuidor, minorista y cliente, con el fin de entregar un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.		
2. RECURSOS		
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:		
• Recurso Materiales:		
Cantidad	Set de Mecanismos simples 9689	Imagen
4	370221	
15	4121715	
4	302028	
1	73843	
2	306924	
3	370021	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

2	373726	
4	4239601	
4	614324	
9	4211622	
1	370626	
2	370321	
2	389421	
2	243124	
2	371001	
1	281526	



Cantidad	Elementos
8	Formatos (ver anexos)

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Proveedor	Será el encargado de proporcionar los sets necesarios para la fabricación de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
4-8	Productores	Serán los encargados de fabricar los productos solicitados.
4	Distribuidores	Distribuyen los productos, actúan de intermediario entre el productor y el minorista
4	Minoristas	Es quien vende los productos a los minoristas, es un intermediario entre distribuidor y cliente.
4	Clientes	Son los encargados de solicitar el producto al minorista.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por cinco (5) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica:* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre gestión de la cadena de suministros y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Planteamiento de la lúdica:* Se va a simular una cadena de suministros. Todas las cadenas de suministro son diferentes, y puede haber varias formas para que una empresa realice y entregue los productos. Sin embargo, esta cadena de suministros contará con cinco (5) participantes, estos son: proveedor, productor, distribuidor, minorista y cliente.

Nota 1: Cada equipo realizará la distribución de la cadena de suministros con sus integrantes como mejor lo considere, pero deben tener en cuenta que el docente asumirá el papel de proveedor de todos los equipos.

Nota 2: Se debe tener en cuenta que la duración total de la cadena de suministros, dependerá del tiempo que el minorista le da al cliente para entregarle los productos, en este se simulará que el tiempo es de 3



días, es por esto que cada participante de la cadena de suministros deberá realizar su función en el menor tiempo posible, con el fin de cumplirle al cliente en la mayor brevedad del caso.

Fase 3: Puesta en marcha de la cadena de suministros.

Cliente: El flujo de información es tipo pull, es decir, el cliente es quien va hacer el jalonamiento de la cadena de suministros. De esta manera, el cliente pedirá al minorista 2 catapultas, ver modelo del Anexo A.

Minorista: Los minoristas también almacenan los productos y venden solo una pequeña cantidad a los consumidores. De esta manera el estudiante que tomó el papel de minorista tendrá que revisar en su inventario si cuenta con las 2 catapultas que solicita su cliente, de no contar con la cantidad necesaria, solicitará a su distribuidor o mayorista que le haga llegar las catapultas faltantes.

Inventario del Minorista			
Código	Descripción		Situación
485679	Brazo robot	12	Disponible
259574	Carrusel	4	Disponible
294853	Catapulta	0	Agotado
395827	Compresor	7	Disponible
495836	Elevador de tijera	0	Agotado
394728	Go Kart	3	Disponible
409284	Mano robot	5	Disponible
405274	Palancas	8	Disponible
509564	Pisos locos	7	Disponible
607895	Polea para barcos	4	Disponible
193456	Poleas	0	Agotado
960382	Prensa de estampado	4	Disponible
245693	Ruedas y Axels	5	Disponible
305943	Turbina de viento	0	Agotado
453567	Turbina hidráulica	3	Disponible
765489	Vehículo solar	8	Disponible

Nota 1: El minorista al revisar su inventario, se da cuenta que no tiene la cantidad del producto que solicita su cliente. Por tal motivo, tiene que llenar el siguiente formato, para hacer el pedido del respectivo producto a su distribuidor o mayorista.



Formato de pedidos minorista a distribuidor			
Nombre del distribuidor:			
Nombre de la empresa:			
Dirección:		Ciudad:	
Teléfono:		Correo:	
Referencia	Producto	Cantidad	Modelo
Firma Distribuidor:		Fecha	

Nota 2: Los datos para llenar los formatos, pueden ser inventados, lo real será la referencia, cantidad y modelo del producto.

Distribuidor: o mayorista. Los distribuidores funcionan como un amortiguador para los productores, es decir, almacenan una buena cantidad de mercancía en sus inventarios, y si la demanda aumenta, empiezan a vender de esa mercancía almacenada. Entonces, el productor no sentirá la presión de hacer más en poco tiempo. Pero en este caso, el distribuidor tampoco cuenta con la cantidad y referencia exacta de catapultas que necesita el cliente, es por esto que tendrá que acudir a su productor.

Nota 1: El estudiante que tomó el papel de distribuidor tendrá que solicitar a su productor que le fabrique 2 catapultas, como la del siguiente modelo:



Productor: El estudiante que tomó el papel de productor para poder fabricar los 2 productos que le solicitaron, tendrá que pedir las piezas a su proveedor.



Nota 1: Luego de solicitar al proveedor los sets necesarios para fabricar las 2 catapultas, el productor organizará su línea de ensamble como lo considere pertinente, con el fin de fabricar los productos solicitados.

Nota 2: El estudiante que asumió el papel de productor, contará con la lista de piezas por cada set y las instrucciones para fabricar el producto.

Proveedor: Como se mencionó anteriormente, el docente asumirá el papel de proveedor de todos los equipos, para esto tendrá que entregar a cada uno de los estudiantes que tomaron el papel de distribuidor 2 Set de Mecanismos Simples Lego (9689) y a su vez firmará el siguiente formato de solicitud de los sets pedidos por parte de los productores.

Formato de pedidos productor a proveedor			
Nombre del productor:			
Nombre del proveedor:			
Dirección:		Ciudad:	
Teléfono:		Correo:	
Referencia	Producto	Cantidad	Modelo
Firma Proveedor:		Fecha:	

Nota: Los datos para llenar los formatos, pueden ser inventados, lo real será la referencia, cantidad y modelo del producto.

Fase 4: Cuando el productor ya tenga fabricadas las 2 catapultas hará contacto con el distribuidor para hacerle saber que ya tiene listo el pedido, de la misma manera el distribuidor se contactará con el minorista para hacerle entrega del pedido, posteriormente el minorista le entregara las 2 catapultas solicitadas a su cliente. Y de esta manera se habrá cumplido con el objetivo, entregar el pedido al cliente.

Nota: El equipo ganador es aquel que en su cadena de suministros logre desenvolverse de la mejor manera, cumpliendo con el rol de cada uno de los participantes, para entregar un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de una adecuada gestión de la cadena de suministros, ya que en la lúdica se logra simplificar y hacer entender la realidad de muchas empresas. Lograr que cada estudiante asuma un papel dentro de la cadena de suministros, les permite situarse en un ambiente real.



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
Modelo de transporte de la fábrica de perfumes	3 horas	Investigación de Operaciones I

1. OBJETIVO

Simular un modelo de transporte con el fin de optimizar el transporte de x cantidad de bienes a y cantidad de destinos, por medio de la minimización de costos.

2. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
6	Mecanismos Simples de Lego	
6	Mecanismos Simples y Motorizados	

Cantidad	Elementos
6	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
6	Computadores.
6	Reglas o metros.
6	Mapas de Colombia.
Indeterminada	Marcadores de colores.



• Recursos Humanos:

Numero	Rol	Descripción
6	Líder de Investigación de Operaciones	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares
18	Auxiliares de Investigación de Operaciones	Servirán como apoyo a el Líder y ayudarán a elaborar los cálculos

Nota: Los recursos materiales y humanos anteriormente descritos son los necesarios para los seis (6) equipos.

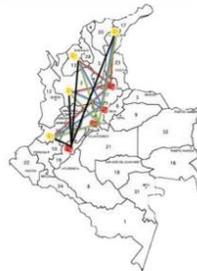
3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para seis (6) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el modelo de transporte y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada grupo trabaja como un equipo de Investigación de Operaciones, los cuales laboran para una empresa productora de perfumes en Colombia, esta dispone de cuatro plantas de producción para satisfacer la demanda diaria en cuatro ciudades. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 160, 60, 120 y 90 unidades de perfumes al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades A, B, C y D son de 140, 80, 140 y 70 unidades de perfumes al día respectivamente. Los costos asociados al envío del producto de cada planta y cada ciudad se detallaran más adelante.

Fase 3: Determinación de plantas y centros de distribución: A cada equipo se le entregara un mapa de Colombia en un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm), este mapa se encuentra dividido por departamentos con su respectiva ciudad capital, los estudiantes libremente escogerán cuatro (4) de las capitales del país como los lugares de origen donde estarán ubicadas las plantas de producción, también escogerán otras cuatro (4) capitales diferentes como las ciudades de destino de los perfumes. Luego procederán con ayuda de las fichas de Lego a armar las plantas y los centros de destino para colocarlos sobre el mapa en las ciudades escogidas, como se muestra en el siguiente ejemplo:





Nota 1: Las ciudades de origen y destino escogidas deben ser escritas en el formato de operaciones en el cual se anotaran los resultados de la lúdica.

Nota 2: Para el armado de las plantas y los centros de destino cada grupo contará con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, los diseños de las serán elaborados como crean pertinente cada equipo.

Fase 4: Determinación de costos asociados al envío: Luego de situar sobre el mapa las plantas de producción y los centros de destino se procederá a marcar sobre el mapa las conexiones de cada una de las plantas con cada uno de los centros de envío con ayuda de los marcadores de colores, simulando los diagramas utilizados para visualizar estos problemas. Seguidamente con ayuda de una regla o metro nos dispondremos a medir cada una de las distancias sobre el mapa, por ejemplo la distancia que hay entre la planta de producción 1 y la ciudad de destino A, cada centímetro de distancia equivale a \$ 0,4 es decir si de la planta de producción 1 a la ciudad de destino A se midieron 50 cm el costo asociado a el envío es de \$ 20

Nota: Las distancias halladas y costos calculados deben ser escritas en el formato del Anexo B en la sección de costos asociados al envío.

Fase 5: Planteamiento y solución del modelo por programación lineal: Después de hallar todos los datos se procederá a plantear la función objetivo y las restricciones del modelo de programación lineal, luego de esto con ayuda de un computador portátil en el software de preferencia (solver, POM QM, entre otros) se dará solución al ejercicio.

Nota: El planteamiento del problema y el resultado deberán ser escritos en el formato de operaciones.

Fase 6: Solución con ayuda de otros métodos: Ahora se procederá a hallar la solución al problema por los métodos de la esquina noroeste, costo mínimo y de Vogel.

Nota: Los resultados de cada método deberán ser escritos en el formato operaciones en la sección de solución por otros métodos

Fase 7: Comparación de resultados: Después de tener todo los resultados diga según su opinión cuál de los 4 modelos brindo la mejor optimización, al permitir satisfacer las necesidades de todas las ciudades con el mínimo de costos asociados al transporte.

Nota: Diligencie estas conclusiones en el formato de operaciones el cual es el siguiente:



MÉTODO DE TRANSPORTE

- DETERMINACIÓN DE PLANTAS Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

PLANTA	CIUDAD
1	
2	
3	
4	

CIUDADES DE DESTINO	CIUDAD
A	
B	
C	
D	

- DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL ENVIÓ
- Centímetros desde las plantas a las ciudades de destino.

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1				
Planta 2				
Planta 3				
Planta 4				

- Estimación de costos: Recuerde que cada centímetro de distancia equivale a \$ 0,4

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1				
Planta 2				
Planta 3				
Planta 4				

- PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DEL MODELO POR PROGRAMACIÓN LINEAL
- Función Objetivo:



- Restricciones:

- Solución óptima:

• SOLUCIÓN CON OTROS MÉTODOS:

- Esquina noroeste

- Costo mínimo



- Vogel.

- COMPARACIONES Y CONCLUSIONES

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cómo funciona el modelo de transporte al ser capaces de optimizar los recursos, al minimizar los costos asociados al transporte por medio de la implementación de varios métodos de solución.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
Línea de espera para el mantenimiento de automóviles	3 horas	Investigación de Operaciones II

1. OBJETIVO

Simular un sistema de colas o líneas de espera (en este caso las reparaciones efectuadas a los automóviles de una empresa que brinda servicios de alquiler), con el fin de lograr hacer la mejor planificación de la capacidad al equilibrar los costos entre ofrecer un buen servicio y el costo de espera en la cola.

2. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
2	370221	
2	4121715	
2	370021	
1	370901	
2	4527947	
2	4560177	
1	4173666	
1	4239601	
1	4211434	
1	300121	
1	302228	
1	281526	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

2	4186017	
4	4494222	
2	4526983	
1	4211805	

Nota: Las cantidades de los materiales anteriormente descritos son para el ensamblado de 1 automóvil.

Cantidad	Elementos
3	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.

- **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
2	Trabajador de Mantenimiento	Será la persona encargada de hacer el mantenimiento del automóvil, al identificar las partes faltantes y hacer las correcciones pertinentes.
5	Clientes	El cual llega al sistema, es decir, a donde el trabajador para que le hagan el mantenimiento a su automóvil.
1	Analistas	Sera el encargado de tomar el tiempo en el que el servidor se demora haciendo la atención y es el encargado de realizar los cálculos.

Nota: Los recursos humanos anteriormente descritos son los necesarios para un (1) equipo.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para tres (3) equipos cada uno compuesto por ocho (8) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre la teoría de colas o líneas de espera y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que presta servicios de alquiler de automóviles, muchas veces después de prestado el servicio los automóviles llegan con averías, por lo cual se afronta el problema constante de repararlos. Los automóviles se descomponen a un promedio de 3 cada 20 minutos y las descomposturas están distribuidas en forma de Poisson. Un trabajador puede dar servicio a un automóvil a un ritmo promedio de 4 cada 20 minutos distribuidas exponencialmente.



Fase 3: Realización de cálculos: A continuación, se elegirá un (1) integrante del equipo quien será el analista y deberá con los datos anteriores realizar los siguientes cálculos:

La utilización del sistema o la congestión del sistema.

Numero promedio de clientes en la cola o fila.

Número de clientes promedio en el sistema.

Tiempo de espera en la cola o fila.

Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema.

Nota: Para la realización de estos cálculos y los siguientes se pueden apoyar en las siguientes formulas

μ = Ritmo de servicio

λ = Tiempo de llegadas ρ = Utilización o congestión del sistema

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Lq = Numero promedio de clientes en la fila

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad \text{o} \quad \rho * Ls$$

Ls = Numero promedio de clientes en el sistema

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Wq = Tiempo de espera en la fila

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

Ws = Tiempo de espera en el sistema

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda}$$

Los resultados de estos y las siguientes operaciones deberán ser diligenciados en el siguiente formato:



Resultados Modelo Teórico			
Ritmo de servicio μ			
Tiempo de llegadas λ			
Utilización del sistema			
Numero promedio de clientes en la cola			
Número de clientes promedio en el sistema			
Tiempo de espera en la cola			
Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema			
Resultados Modelo Simulado			
	Primera Corrida	Segunda Corrida	Promedio
Ritmo de servicio μ			
Tiempo de llegadas λ			
Utilización del sistema			



Numero promedio de clientes en la cola			
Número de clientes promedio en el sistema			
Tiempo de espera en la cola			
Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema			
Comparación de los dos modelos:			
Costos tamaño óptimo equipo de mantenimiento			
Con un trabajador	Con dos trabajadores	Con tres trabajadores	

Fase 4: Preparación de los clientes: Al mismo tiempo en que el analista está desarrollando los cálculos indicados en la fase anterior, cinco (5) de los integrantes del grupo simularán de clientes los cuales deberán realizar el ensamblado de su respectivo automóvil.

Nota: Cada uno de los clientes deberán ensamblar el automóvil con una ficha faltante y diferente en cada caso, para realizar la simulación de las reparaciones. Si la cantidad de Sets de Mecanismo Simples de Lego no son suficientes cuando el primer cliente salga del sistema le pasara el carro al cliente que no tenga para que haga el mismo procedimiento de quitarle una pieza. Para el ensamble los clientes tendrán



de apoyo el instructivo de ensamble propuesto por Lego.

Fase 5: Simulación del sistema: Cada uno de los equipos deberá simular el funcionamiento del sistema de mantenimiento de los vehículos, para lo cual debe tener en cuenta que los automóviles se descomponen a un promedio de 3 cada 20 minutos, pero para determinar el tiempo promedio de servicio se tendrá en la cola cinco (5) clientes, también se escogerán dos (2) integrantes que serán los trabajadores de mantenimiento quienes se encargaran de hallar la pieza faltante y realizar la mayor cantidad de reparaciones posibles de automóviles en un tiempo de 20 minutos, para esto los trabajadores de mantenimiento tendrán de apoyo el Anexo C el cual muestra el instructivo de ensamble propuesto por Lego.

Nota: Se realizarán dos (2) corridas cada una de 20 minutos, en cada una se trabajará solamente con un (1) trabajador de mantenimiento por lo cual se turnarán para realizar su respectiva corrida, el tiempo será cronometrado por el analista, con los datos hallados en estas se determinará la cantidad promedio de automóviles que puede reparar un (1) trabajador de mantenimiento en 20 minutos. Los resultados hallados se deben diligenciar en el mismo formato del Anexo B.

Fase 6: Realización de nuevos cálculos: Después de determinar los datos anteriores el analista deberá con los datos nuevos realizar otra vez los siguientes cálculos:

- La utilización del sistema o la congestión del sistema
- Numero promedio de clientes en la cola o fila
- Número de clientes promedio en el sistema
- Tiempo de espera en la cola o fila
- Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema

Ahora haga una comparación entre los datos hallados anteriormente teóricamente y los nuevos datos hallados por medio de la simulación.

Fase 7: Determinación de costos: Ahora supongamos que el tiempo que los automóviles están parados le cuesta a la compañía \$ 25.000 cada 20 minutos por unidad y cada trabajador de mantenimiento gana \$ 4.000 cada 20 minutos. Un trabajador puede dar servicio a los automóviles a un ritmo promedio de (4) cuatro cada 20 minutos; dos trabajadores que trabajan juntos pueden dar servicio a (7) siete cada 20 minutos y un equipo de tres trabajadores puede dar servicio a (8) ocho cada 20 minutos, distribuidos exponencialmente. Determine cuál es el tamaño óptimo del equipo de mantenimiento para dar servicio a los automóviles. Los resultados deberán ser diligenciados en el formato anterior.

Nota: El equipo ganador será aquel que termine primero el ejercicio y determine correctamente la mejor forma de planificar la capacidad

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de aprender a administrar los sistemas de colas o líneas de espera ya que estos permiten hacer una mejor planificación de la capacidad al equilibrar el costo de la espera con el costo de añadir más recursos para ofrecer un buen servicio.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
MRP para la fabricación de sistemas de engranajes	3 horas	Producción II

1. OBJETIVO

Elaborar un Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), con el fin de realizar una adecuada gestión de los materiales, para la fabricación de un producto (sistema de engranajes) y así lograr cumplir con los requisitos de producción.

2. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
2	370321	
2	4121715	
2	243124	
2	4560177 o 370526	
1	4514559	
1	4285634	
1	4563045	
1	4526983	
1	4211815	
1	4107800	

Nota 1: La cantidad de piezas de Lego anteriormente descritos son los necesarios para ensamblar un (1) sistema de engranajes.



Nota 2: De apoyo se tendrán los Sets de Mecanismos Simples y Motorizados por si hay algún faltante de fichas en los Sets de Mecanismos Simples, las fichas pueden variar en color pero en dimensiones y forma son las mismas.

Nota 3: Se prevé que del componente 4560177 pueden existir faltantes, para lo cual se utilizara como pieza sustituta la referencia de los Sets de Mecanismos Simples 370526

Cantidad	Elementos
2	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
2	Computadores portátiles
3	Cronómetros

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Cronometrador Líder	Sera el encargado de tener presente e informar el cambio de día equivalente en la lúdica a 8 minutos.
4	Analista	Sera el encargado de hallar el MRP con la ayuda de Excel. Después de hallar este pueden servir de apoyo a los verificadores.
2	Líder	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir a los integrantes y establecer roles. Este podrá ejercer funciones en cualquier área que vea que necesita dirección y apoyo.
2	Cronometrador	Encargado de llevar los tiempos al interior del equipo.
4	Almacenista Mayor	Será el encargado de recibir los pedidos por parte del patinador, seguidamente de prepararlos y entregarlos al mismo según el lead time de cada componente.



2	Patinador	Será el encargado de ir al almacén mayor y realizar los pedidos de las piezas, luego de ir a recogerlas cuando lleguen y llevarlas al almacén de MP de la línea de ensamble.
2	Almacenista de MP en la línea de ensamble	Es el encargado de recibir las piezas del patinador y tenerlas listas para cuando lo necesiten los operarios
2	Almacenista de PP y PT en la línea de ensamble	Es el encargado de almacenar los productos en proceso y los productos terminados ya sea para el embalaje final o enviar el producto en proceso a los operarios.
4	Operario	Encargados de ensamblar los productos en los puestos de trabajo.
4	Verificadores	Encargados de constatar a diario que lo que se hace concuerde con lo planeado en el MRP

Nota: La cantidad de los recursos materiales necesarios diferentes a las piezas de Lego y los recursos humanos son los necesarios para ambos equipos.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para dos (2) equipos cada uno compuesto por trece (13) estudiantes, los cuales trabajaran de manera alternada (primero uno equipo y luego el otro), la metodología a desarrollar será la siguiente para ambos grupos:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

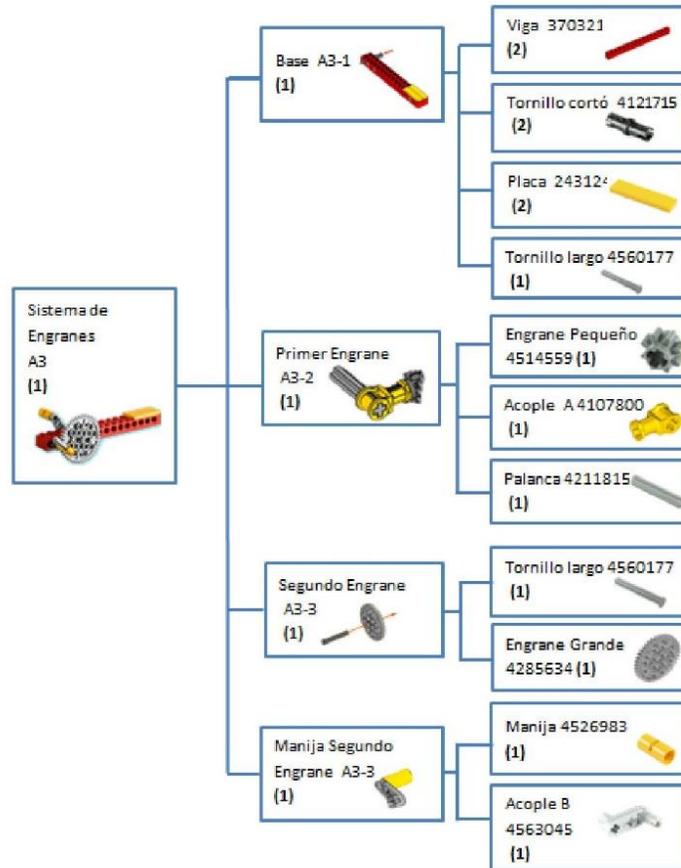
Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga de ensamblar sistemas de engranajes; la cual decide implementar un sistema de MRP con el fin de planificar los requerimiento de materiales necesarios y de esta manera realizar una adecuada gestión para así cumplir con los tiempos y demandas de producción.

Nota: Los tiempos del MRP están propuestos en días, para efectos de la práctica cada día que se simulara en el laboratorio equivale a un tiempo de ocho (8) minutos, para esto se designará un cronometrador líder el cual será el encargado de cronometrar e informar el cambio de día a los alumnos, se propone que este rol sea ejecutado por el docente a cargo de la lúdica.

Fase 3: Diseño del MRP: Cada equipo elegirá a dos (2) integrantes los cuales serán los analistas encargados de realizar el MRP, para esto se podrán ayudar de la plantilla propuesta en Excel, la información necesaria para desarrollar el MRP se encuentra a continuación:



- BOM de materiales



- Programa Maestro de Producción

PMS PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE ENGRANAJES											
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Requerimiento Bruto						4	2		3	4	



- Registro de inventarios y tiempos de entrega

REGISTRO DE INVENTARIO DEL SISTEMA DE ENGRANAJES					
Parte	Tiempo LT	Lote Tamaño	Inv. Disponible	Recepciones Programadas	Inv. De Seguridad
Sistema de engranajes	1	L X L	1	N/A	0
Base	1	5	1	N/A	0
Primer Engrane	2	L X L	2	N/A	0
Segundo Engrane	2	4	2	N/A	1
Manija Segundo Engrane	1	L X L	1	N/A	0
Viga	1	5	2	N/A	0
Tornillo Corto	2	L X L	2	2 Día 10	0
Placa	1	L X L	1	N/A	0
Tornillo Largo	1	4	1	N/A	1
Engrane Pequeño	2	L X L	1	N/A	0
Acople A	1	L X L	1	N/A	0
Palanca	2	6	2	N/A	0
Engrane Grande	1	L X L	1	2 Día 7	1
Manija	2	2	1	N/A	0
Acople B	2	7	1	N/A	0



En el momento en que el equipo considere que ha desarrollado correctamente el MRP podrá seguir a la siguiente fase.

Nota: Se recomienda al docente pedir a los equipos la realización de los cálculos de los MRP con varios días de anterioridad a la lúdica por cuestiones de tiempo.

Fase 4: Preparación inicial: Luego de hallar cada equipo su MRP, se escogerá a un (1) alumno el cual ejercerá como el Líder, quien con el resto de su equipo se dispondrán a definir los roles que cada estudiante va a tener durante el desarrollo de la lúdica. También se escogerán los lugares en los que se van a situar el almacén, el puesto de trabajo de la línea de ensamble, el lugar de almacenamiento de las materias primas (piezas de lego) dentro de la línea de ensamble y el lugar de almacenaje del producto terminado (sistema de ensamble).

Fase 5: Inicio Día 1: El cronometrador líder indicara el inicio del día 1 (8 minutos), cada equipo tiene un cronometrador el cual deberá sincronizar el cronometro con el del líder para así poder controlar el tiempo dentro de su equipo. Este día puede catalogarse como de preparación para lo cual cada integrante deberá realizar simultáneamente las siguientes actividades:

- Almacenista Mayor: Debe ir sacando y clasificando de las cajas de los Sets el mayor número de componentes para poder responder a los pedidos del patinador en un futuro. Para esto puede tener de ayuda la tabla resumen de los requerimientos brutos necesarios de cada componente, también debe tener presente las recepciones de los pedidos programados con anterioridad.
- Patinador: Debe ir al almacén por el inventario de seguridad y el inventario inicial pedido por el Almacenista de MP.
- Almacenista de MP en la línea de ensamble: Debe pedirle al patinador que vaya al almacén por los inventarios iniciales y los de seguridad que deben tener algunos de los componentes. También debe estudiar la tabla resumen de liberación de la orden para tener claro en qué momento debe enviar al patinador a realizar los pedidos al almacén mayor y cuando recogerlos.
- Almacenista de PP y PT: Debe analizar la tabla resumen de inventario de seguridad y la de inventario inicial por si necesita algunos productos terminados o productos en proceso listos, para lo cual deberá poner a los operarios a ensamblarlos.
- Operarios: Deben ir en ensamblando los inventarios iniciales y los productos en proceso, para lo cual tendrá de guía la propuesta de ensamble hecha por Lego

Fase 6: Días Siguietes: Cuando empieza el siguiente día cada trabajador debe:

- Almacenista Mayor: Debe recibir los pedidos del patinador y entregar aquellos pendientes para lo cual deberá manejar el formato con los datos necesarios del día, También debe tener en cuenta las recepciones programadas para hacer las entregas los días que haya lugar, puede guiarse de la tabla resumen de estas.
- Patinador: Debe ir a realizar y recibir los pedidos pendientes, como referencia tendrá los datos consignados en el formato con los datos necesarios del día que le brinda el almacenista de MP.
- Almacenista de MP en la línea de ensamble: Deberá llenar el formato con los datos necesarios del día y recibir los pedidos que llegán.



- Almacenista de PP y PT: Debe ir almacenado los productos terminados del día y los productos en proceso que quedan para esto se apoyara del formato de producto en proceso y producto terminado.
- Operarios: Deben ir ensamblando los productos requeridos para el día.
- Verificadores: Al finalizar el día los dos (2) verificadores se encargaran de comprobar según el MRP que se hallan hecho los pedidos correctos, que se reciban las cantidades correctas y que se produzcan la cantidad de componentes correctos.

Nota: Este procedimiento se seguirá así hasta llegar el al día final, el equipo ganador será el que logra cumplir a cabalidad con el MRP hallado.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del MRP ya que este permite realizar la planificación de los materiales necesarios para poder dar cumplimiento al plan maestro de producción, ya que previene cualquier retraso en la fabricación por falta de materias primas o componentes.



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA										
La Comercializadora de Legos y su Modelo ABC	3 horas	Control de Inventarios										
1. OBJETIVO												
Elaborar la clasificación del inventario de una empresa (comercializadora de repuestos de fichas para los sets de Lego) bajo el Modelo ABC con el fin de determinar aquellos productos que generan mayores beneficios y por lo cual requieren de mayor atención en la administración del inventario.												
2. RECURSOS												
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:												
<ul style="list-style-type: none">Recursos Materiales:												
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Elementos</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Set de Mecanismos Simples de Lego</td></tr><tr><td>5</td><td>Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego</td></tr><tr><td>5</td><td>Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos</td></tr><tr><td>5</td><td>Computadores Portátiles</td></tr></tbody></table>			Cantidad	Elementos	5	Set de Mecanismos Simples de Lego	5	Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	5	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos	5	Computadores Portátiles
Cantidad	Elementos											
5	Set de Mecanismos Simples de Lego											
5	Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego											
5	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos											
5	Computadores Portátiles											
<p>Nota: La referencia exacta de piezas y cantidades de los Set de Mecanismos Simples y Mecanismos Simples y Motorizados de Lego se encuentra en el Anexo A, el cual es dirigido al docente para que organice los inventarios de cada equipo para el desarrollo de la lúdica.</p>												
<ul style="list-style-type: none">Recursos Humanos												
<table border="1"><thead><tr><th>Numero</th><th>Rol</th><th>Descripción</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Jefe de inventarios</td><td>Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles-</td></tr><tr><td>15</td><td>Auxiliar de inventarios</td><td>Ejercerán como apoyo al jefe de inventarios y ocuparán el rol designado por el.</td></tr></tbody></table>			Numero	Rol	Descripción	5	Jefe de inventarios	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles-	15	Auxiliar de inventarios	Ejercerán como apoyo al jefe de inventarios y ocuparán el rol designado por el.	
Numero	Rol	Descripción										
5	Jefe de inventarios	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles-										
15	Auxiliar de inventarios	Ejercerán como apoyo al jefe de inventarios y ocuparán el rol designado por el.										
3. METODOLOGÍA												
La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:												
<p>Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el Modelo ABC y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.</p>												
<p>Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa en este caso una comercializadora de repuestos de fichas para los sets de Lego, la cual tiene serios problemas en la administración y control de inventarios, en primer lugar, utiliza un control físico de los inventarios lo cual produce que no siempre se tenga el conteo exacto de las existencias del inventario y ocurra desabastecimiento en muchos casos, por otro lado en los últimos meses se ha visto que pese a que los niveles de ventas de ciertos productos es alta no ve retribuida estas en ganancias sólidas, un experto en la administración de inventarios le sugirió que realizara una clasificación ABC de estos para ayudar con este problema.</p>												

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO****FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS**

Fase 3: Conteo físico del inventario: La comercializadora decide seleccionar al azar una muestra de 20 referencias de fichas del inventario para lo cual cada equipo encontrará en su puesto de trabajo el inventario de estos artículos a los cuales se les deberá realizar el conteo manual, para determinar cuál ha sido la demanda del último año se va a tener como referencia el precio y la cantidad de pedidos que ha realizado desde el inicio de la empresa hasta ahora un año después.

Referencia	Cantidad de pedidos por mes												Valor unitario
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
4211807	55	23	30	25	16	25	16	15	20	20	16	15	\$ 2.250
4121932	12	0	0	12	0	0	12	0	0	10	0	0	\$ 2.850
4239601	10	0	0	0	0	11	0	0	0	15	0	0	\$ 1.500
4211622	60	30	50	25	20	15	70	40	25	14	25	30	\$ 770
370321	100	58	25	50	35	70	45	80	20	15	80	40	\$ 4.450
4186017	40	15	10	10	30	20	10	10	7	40	30	10	\$ 6.100
4514553	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	\$ 3.100
4121715	100	70	20	100	70	84	100	50	100	20	50	50	\$ 1.320
4142865	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	\$ 12.800
4140806	30	30	30	50	10	40	10	60	14	20	14	40	\$ 24.990
4118897	20	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	\$ 7.750
4211815	20	20	0	0	25	0	0	0	20	0	0	0	\$ 680
4527947	31	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	\$ 250
370526	20	10	10	0	0	13	13	10	10	0	10	0	\$ 3.890
4494222	100	20	100	20	100	30	100	19	50	50	50	40	\$ 7.700
302301	30	0	10	0	10	0	10	0	14	0	0	0	\$ 6.220
4514559	20	15	15	10	15	14	10	10	15	10	10	10	\$ 850
4514556	50	50	85	53	50	50	53	50	85	50	50	70	\$ 770
370923	12	0	0	12	0	0	12	0	12	0	0	9	\$ 1.230
302323	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	\$ 4.050

Debe tener en cuenta que la demanda anual a utilizar en la clasificación ABC es: Cantidad



total de pedidos del último año – El inventario actual.

Fase 4: Realización del modelo ABC: Luego de hallar la demanda anual al realizar el conteo físico, los estudiantes deberán desarrollar la clasificación ABC de las 20 referencias de fichas, para lo cual utilizará los siguientes formatos:

Clasificación Modelo ABC			
Ref. Producto	Valor unitario	Demanda Anual	Valor total
4211807	\$ 2.250		
4121932	\$ 2.850		
4239601	\$ 1.500		
4211622	\$ 770		
370321	\$ 4.450		
4186017	\$ 6.100		
4514553	\$ 3.100		
4121715	\$ 1.320		
4142865	\$ 12.800		
4140806	\$ 24.990		
4118897	\$ 7.750		
4211815	\$ 680		
4527947	\$ 250		
370526	\$ 3.890		
4494222	\$ 7.700		
302301	\$ 6.220		
4514559	\$ 850		
4514556	\$ 770		
370923	\$ 1.230		
302323	\$ 4.050		
Total			



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

- **Grupo C:** Valores del porcentaje acumulado desde el 96% hasta el 100%

Nota: Si se desea se puede desarrollar el modelo ABC con la ayuda de la herramienta Excel.

Fase 5: *Segmentación de los grupos:* Luego de tener la segmentación de los grupos, los estudiantes deberán hacer la ubicación de las fichas en su respectivo grupo.

Nota: El ganador de la lúdica será el equipo que realice la clasificación ABC correctamente y en el menor tiempo

4. CONCLUSIONES

Los alumnos al finalizar la lúdica se darán cuenta de la importancia de clasificar los inventarios en una organización, en este caso al desarrollarlo por medio del Modelo ABC y así ser capaces de determinar aquellos productos que generan mayores beneficios y por lo cual requieren de mayor atención en la administración del inventario.



ASIGNATURAS ASOCIADAS	DURACIÓN	MATERIA
Empresa de juguetes Toy XZ	2 horas	Control de Calidad
1. OBJETIVO		
Implementar un sistema Poka-Yoke en una línea de ensamble y desensamblaje de un producto, en este caso un carro, con el fin de no producir artículos con defectos causados por un error humano, al optimizar tiempos y disminuir fallas en estos procesos.		
2. RECURSOS		
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:		
• Recurso Materiales:		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
10	370321	
10	4121715	
20	4527947	
20	370021	
20	281526	
20	4494222	
20	4186017	
Cantidad	Elemento	
5	Cronómetros	
35	Contenedores Tamaño: 10,2x10,2x5,5 cm	
5	Contenedores Tamaño: 12x12x7 cm	



5	Contenedores con compartimentos
5	Estructuras Poka-Yoke
5	Formatos para toma de tiempos

- **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir a el almacén por las piezas y realizar la preparación del espacio de trabajo en cada una de las dos (2) simulaciones.
5	Operarios S1	Son los encargados de hacer el ensamble y desensamble para la simulación 1.
5	Operarios S2	Son los encargados de hacer el ensamble y desensamble para la simulación 2.
5	Analistas de tiempo	Son los encargados de cronometrar el tiempo que los operarios tardan en ensamblar y desensamblar el producto y de anotar los datos recogidos en el formato.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Sistema Poka-Yoke y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: La empresa de juguetes Toy XZ desea implementar un sistema Poka-Yoke en su línea de ensamble y desensamblaje de carros, ya que quiere detectar las fallas que se presentan actualmente en estos procesos, para lo cual se realizarán dos (2) simulaciones en el ensamble del producto, la primera no contará con el sistema Poka-Yoke y la segunda contará con la implementación de este. Cada equipo contará con cuatro (4) integrantes, y cada uno tomará uno de los siguientes roles: uno de ellos será el líder, otro será el operario S1 (simulación 1), otro integrante será el operario S2 (simulación 2) y el restante tomará el papel de analista de tiempo.

Nota: se realizan dos (2) procesos, uno de ensamblaje y otro de desensamblaje, ya que la empresa quiere saber cuánto tiempo tardan en realizar cada uno de estos procesos.



Fase 3: Simulación 1: No hay implementación de sistema Poka-Yoke.

En primer lugar, el líder realiza la preparación del espacio de trabajo (aquí encontrarán 8 con contenedores), con esto irá al almacén por la cantidad de piezas necesarias para la fabricación del producto, seguidamente muestra el modelo del carro, (como el siguiente modelo) al operario S1 por 20 segundos. El operario S1 debe ser capaz de memorizar las piezas de lego que son necesarias para realizar el ensamble del carro.



Fase 4: Después de que pasaron los 20 segundos, el operario S1 se dirige al área de ensamble y se dispone a ensamblar el producto como él lo considere apropiado. El analista de tiempo comienza a cronometrar desde que el operario S1 toma la primera pieza lego del contenedor.

Nota: En la Simulación 1, el operario S1 no tendrá a su disposición información detallada del ensamble del carro. Solo contará con un contenedor con las piezas lego necesarias para el ensamble del carro.

Fase 5: Pasados los 15 minutos desde que se tomó la primera pieza y finalizado el ensamble, el analista de tiempo detiene el cronometro. El líder observa detalladamente el producto que ensambló el operario S1 con el fin de determinar que el producto cuenta con las especificaciones requeridas. El analista de tiempo procede a anotar los datos en el siguiente formato:

PROCESO	TIEMPO (s)	
	Operario S1	Operario S2
Ensamble		
Desensamble		

Nota: Si el ensamble del producto no es correcto, el líder le pedirá al operario S1 que continúe, hasta que el ensamble sea el requerido. Llegado el caso en que el operario S1 no ensamble de manera correcta el producto en la primera oportunidad, el analista de tiempo seguirá cronometrando y lo detendrá solo cuando el operario S1 le pida al líder que le revise el producto, una vez revisado si es correcto el ensamble se anota ese dato en el formato, si no es correcto el analista seguirá cronometrando.

Fase 6: Después de anotar el respectivo tiempo (fase 5) en el formato de toma de tiempos, el operario S1 se dirige al área de desensamblado y comienza a desensamblar el carro. En esta área el operario contará con siete (7) contenedores diferentes, uno para cada tipo de pieza lego con las que se ensambló el carro,



es aquí donde el operario S1 las ordenará como él lo considere apropiado. Una vez finalizado el proceso de desensamble, el líder en compañía del analista de tiempo examina cada uno de los contenedores para verificar que las piezas lego están clasificadas correctamente en cada contenedor. De ser correcta la clasificación el analista de tiempo detendrá el cronometro y lo anotará en el formato de toma de tiempos.

Nota: Si las piezas lego no se encuentran clasificadas correctamente, el líder le indicará al operario S1 que continúe con la clasificación. Cabe resaltar que al operario S1 no se le proporciona ninguna información acerca de cómo es la correcta clasificación de las piezas lego en los contenedores.

Fase 7: *Simulación 2: Implementación de sistema Poka-Yoke.*

El líder realiza la preparación del espacio de trabajo (aquí encontrarán un contenedor con 7 compartimentos), seguidamente muestra el modelo del carro, al operario S2.

Fase 8: El operario S2 se dirige al área de ensamble, donde se encontrará con las instrucciones del paso a paso del proceso de ensamblaje del producto.

Nota 1: En la Simulación 2, el operario S2 contará con un contenedor el cual tendrá siete (7) compartimentos, uno para cada pieza lego.

Nota 2: Este contenedor hará parte del sistema Poka-Yoke, ya que le permite al operario, tener todas las piezas en el mismo espacio para su posterior ensamblaje.

Fase 9: Finalizado el proceso de ensamble, el líder en compañía del analista de tiempo examina el producto con el modelo del carro y si es igual, el analista de tiempo detiene el cronometro y anota el dato en el formato de toma de tiempos.

Fase 10: El operario S2 se dirige al área de desensamblaje y comienza a desensamblar el carro. En esta área el operario contará con un contenedor el cual tendrá siete (7) compartimentos, uno para cada pieza lego con las que se ensambló el carro al igual que una estructura Poka-Yoke sobre el contenedor (tendrá que ubicar cada pieza en el espacio designado para cada una). El analista de tiempo debe dar inicio al cronometro en el momento en que el operario S2 desensambla la primera pieza lego del producto.

Nota: La estructura Poka-Yoke, que se ubica sobre el contenedor, permite al operario no cometer errores al desensamblar el producto, ya que cada pieza tendrá su lugar designado.

Fase 11: El líder en compañía del analista de tiempo examina el contenedor y se asegura que las piezas lego se encuentren ubicadas correctamente en cada compartimento, luego el analista de tiempo detiene el cronometro y anota el dato en el formato de toma de tiempos.

Nota: Al completar esa fase, se dará por terminada la lúdica, la cual no contará con un ganador, ya que lo primordial es que los estudiantes a partir de esta práctica cuenten con un instrumento de apoyo que le ayude a generar ideas innovadoras para optimizar procesos productivos cuando se encuentren en su vida laboral.

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del uso de Sistemas Poka-Yoke en las diferentes etapas de un proceso productivo, y la facilidad que proporciona este tipo de herramientas para optimizar tiempos y disminuir fallas en el ensamblaje de productos, causados posiblemente por errores humanos.



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA
Caracterización del Proceso Siderúrgico	3 horas	Procesos Industriales

1. OBJETIVO

Simular el proceso de manufactura de la siderurgia con el fin de identificar las actividades, etapas y sistemas necesarios para transformar las materias primas en productos (en este caso acero).

2. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
6	Mecanismos Simples de Lego	
6	Mecanismos Simples y Motorizados	
6	Neumático	

Cantidad	Elementos
6	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.



• Recursos Humanos:

Numero	Rol	Descripción
6	Líder de Procesos Industriales	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares
18	Auxiliares de Procesos Industriales	Servirán como apoyo a el Líder y ayudarán a elaborar los diagramas

Nota: Los recursos materiales y humanos anteriormente descritos son los necesarios para los seis (6) equipos.

3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para seis (6) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica:* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el proceso siderúrgico y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Planteamiento de la lúdica:* Cada equipo trabaja como una cuadrilla de operarios de Procesos Industriales, los cuales están encargados de elaborar el diseño del proceso de una Siderúrgica (se tendrá como referencia el proceso analizado luego de la practica a Acerías Paz del Río), para lo cual deberán elaborar el diagrama pictórico del proceso con la ayuda de los 3 Sets de lego que tendrán a la mano, para esta lúdica es necesario por parte de los estudiantes que demuestren altos niveles de creatividad y trabajo en equipo.

Fase 3: *Proceso Siderúrgico:* A continuación se dará una breve descripción de las fases que mínimo deberán tener en cuenta para desarrollar el diagrama pictórico:

- **Explotación de materias primas:** Es el proceso mediante el cual se obtienen los recursos naturales necesarios para el proceso siderúrgico los cuales son: mineral del hierro, caliza y carbón; los cuales antes de entrar a el proceso como tal son lavados, triturados y probada su granulometría.
- **Coquería:** Es el proceso mediante el cual se produce el coque a partir de la quema del carbón para lo cual se utiliza una batería de hornos, luego del deshorne y apagado mediante duchas el coque es enviado al circuito de tamización, de acuerdo a su tamaño grano fino o grano grueso estos son transportados a los a los procesos correspondientes.
- **Sinterización:** Se mezclan los finos de hierro, finos de caliza, laminilla y agua con la función de aglomerar y dar permeabilidad a la mezcla, luego el coque actúa como fundente transformándolo en una torta llamada sinter que una vez enfriada y cribada es apta para la siguiente fase.



- Alto horno: En este se reducen la caliza, el grueso de mineral de hierro, el coque y el sinter; los cuales son almacenados a través de bandas transportadoras en tolvas. Estos materiales son alimentadas por la parte superior del horno mediante un sistema de carga para transformarlas de solidas a liquidas. Consecuencia del proceso de transformación en el alto horno se obtiene un producto líquido llamado arrabio el cual es rico en hierro y la cual es la materia prima principal para la fabricación del acero. El arrabio liquido es depositado en recipientes llamados cucharas y por vía férrea es transportada al siguiente proceso.
- Aceración: El arrabio proveniente del alto horno llega a la acería donde es desescoreado, se almacena y se conserva su temperatura, con el fin de homogenizar la mezcla para entregar el producto en las mejores condiciones posibles a los transformadores. El acero se puede obtener de dos formas:
 - Horno eléctrico: El acero también puede formarse al procesar la chatarra (de origen del propio proceso o comprada) a través del horno eléctrico.
 - Colada continua: Es el proceso en el que el acero líquido se transforma en forma sólida, en la cual se obtiene palanquillas.
- Laminación: La función principal que realiza la planta de laminación es la transformación de acero mediante el proceso de deformación en caliente de las barras de sección cuadrada (palanquilla) que se producen en la máquina de colada continua La palanquilla se transforma en barras corrugadas, rollos de alambre liso o corrugado los cuales son el producto final.

Fase 4: *Elaboración del diagrama pictórico:* Teniendo en cuenta la anterior descripción del proceso los equipos se dispondrán a elaborar el diagrama pictórico con la ayuda de las piezas de Lego, para esto tendrán total libertad creativa, pueden hacer énfasis en los pasos de cada una de las fases anteriormente descritas.

Fase 5: *Verificación del diagrama Pictórico:* Luego de que cada equipo considere que ya tiene correctamente elaborado el diagrama pictórico, el líder se dirige a el docente para que este verifique la idoneidad del diagrama, si este esta correcto los estudiantes pueden seguir a la siguiente fase, si no deberán hacer las correcciones necesarias.

Fase 6: *Elaboración del diagrama ANSI:* Luego de haber diseñado el diagrama pictórico los equipos procederán a transcribir la información del diagrama pictórico a un diagrama tipo ANSI en el siguiente formato, además en este mismo se deberán resolver los interrogantes que ahí se plantean. El ganador será el equipo que desarrolle correctamente las fases anteriormente descritas en el menor tiempo posible.



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

DIAGRAMA ANSI DEL PROCESO SIDERURGICO



Responda que materiales, insumos y suministros se necesitan y que productos, subproductos y desperdicios se generan en el proceso siderúrgico

Materias Primas	Insumos	Suministros
Productos	Subproductos	Desperdicios

¿Qué tipo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico?

¿Qué flujo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico?

¿A qué sector de las Industrias Manufactureras pertenece?



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO LÚDICAS DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cuáles son los procesos, materiales, actividades y maquinas necesarias para la obtención de acero, por medio de la realización de un diagrama pictórico para lo cual se necesitó grandes niveles de creatividad y de conocimiento del proceso siderúrgico..



NOMBRE DE LA LÚDICA	DURACIÓN	MATERIA									
La gran cadena de supermercados	2 horas	Modelos Matemáticos									
1. OBJETIVO											
Analizar los cambios en las preferencias de los usuarios por tres supermercados, mediante la aplicación de cadenas de Markov.											
2. RECURSOS											
Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:											
• Recurso Materiales:											
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Set de Lego</th><th>Imagen</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Mecanismos Simples de Lego</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td>Mecanismos Simples y Motorizados</td><td></td></tr></tbody></table>	Cantidad	Set de Lego	Imagen	5	Mecanismos Simples de Lego		5	Mecanismos Simples y Motorizados			
Cantidad	Set de Lego	Imagen									
5	Mecanismos Simples de Lego										
5	Mecanismos Simples y Motorizados										
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad</th><th>Elementos</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Formatos para solución de la lúdica, se encuentran en la sección de anexos.</td></tr><tr><td>5</td><td>Planos</td></tr></tbody></table>	Cantidad	Elementos	5	Formatos para solución de la lúdica, se encuentran en la sección de anexos.	5	Planos					
Cantidad	Elementos										
5	Formatos para solución de la lúdica, se encuentran en la sección de anexos.										
5	Planos										
• Recursos Humanos:											
<table border="1"><thead><tr><th>Numero</th><th>Rol</th><th>Descripción</th></tr></thead><tbody><tr><td>5</td><td>Líder de Modelos Matemáticos</td><td>Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares</td></tr><tr><td>15</td><td>Auxiliares de Modelos Matemáticos</td><td>Servirán como apoyo al Líder y ayudarán a elaborar los cálculos</td></tr></tbody></table>	Numero	Rol	Descripción	5	Líder de Modelos Matemáticos	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares	15	Auxiliares de Modelos Matemáticos	Servirán como apoyo al Líder y ayudarán a elaborar los cálculos		
Numero	Rol	Descripción									
5	Líder de Modelos Matemáticos	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares									
15	Auxiliares de Modelos Matemáticos	Servirán como apoyo al Líder y ayudarán a elaborar los cálculos									



3. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Cadenas de Markov y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada grupo trabaja como un equipo de modelos matemáticos, los cuales laboran para el gerente de una empresa dueña de tres supermercados en una comunidad. La gerencia de la empresa está considerando utilizar Cadenas de Markov para analizar los cambios en las preferencias de los usuarios por los tres supermercados, llamados Etsy, Aldi y Arket (estados). Se conocen los siguientes datos: el 1 de mayo, $\frac{1}{4}$ de los clientes va a Etsy, $\frac{1}{3}$ a Aldi y $\frac{5}{12}$ a Arket (estado inicial) de un total de 1500 personas. Cada mes el supermercado Etsy retiene el 90% de sus clientes y pierde el 10% que se va al supermercado Aldi. Igualmente se conoce que el supermercado Aldi solo retiene 5% y pierde el 85% que va al supermercado Etsy y el resto se va para Arket, el supermercado Arket retiene solo el 40%, pierde el 50% que va a Etsy y el 10% va a Aldi.

Fase 3: Ubicación de supermercados en los planos: A cada equipo se le entregara un plano de la comunidad en un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm), donde estarán ubicados los tres supermercados, luego procederán con ayuda de las piezas Lego a armar los supermercados y ubicarlos en el plano.



Nota: Para armar los supermercados cada grupo contara con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, los diseños de los supermercados serán elaborados como lo crea pertinente cada equipo.



Fase 4: Elaboración matriz de transición y representación gráfica: Luego de situar sobre los planos los supermercados (Etsy, Aldi y Arket) el equipo de modelos matemáticos procederá a elaborar la matriz de transición, con los datos que se encuentran en la Fase 2, igualmente tendrán que elaborar la representación gráfica de la matriz de transición.

Nota: La elaboración de la matriz de transición y la representación gráfica de la matriz, deberán diligenciarse en el formato en la sección de matriz de transición y representación gráfica, respectivamente.

Fase 5: La gerencia de la empresa quiere saber con qué proporción de clientes contará en sus supermercados dentro de los 2 siguientes meses, para esto el equipo de modelos matemáticos tendrá que realizar las operaciones necesarias para conocer estas proporciones.

Nota: Los resultados de estas proporciones deberán ser escritos en el siguiente formato en la sección de proporciones para los siguientes 2 meses.

Fase 6: Después de tener todos los resultados diga según su opinión, que proporciona el uso de las Cadenas de Markov en diferentes situaciones empresariales.

Nota: Todos los resultados y conclusiones se diligenciarán en el formato:

Nota 2: Adicionalmente, a cada equipo se le entregará un mapa, con las posibles soluciones. Se debe tener en cuenta que los estados iniciales se encuentran ubicados en el comienzo del plano, los estudiantes al realizar los cálculos deberán tomar los caminos adecuados para así obtener los resultados correctos que se encuentran al final de los caminos, por esta razón solo habrá una solución para el ejercicio.

CADENAS DE MARKOV

- MATRIZ DE TRANSICIÓN



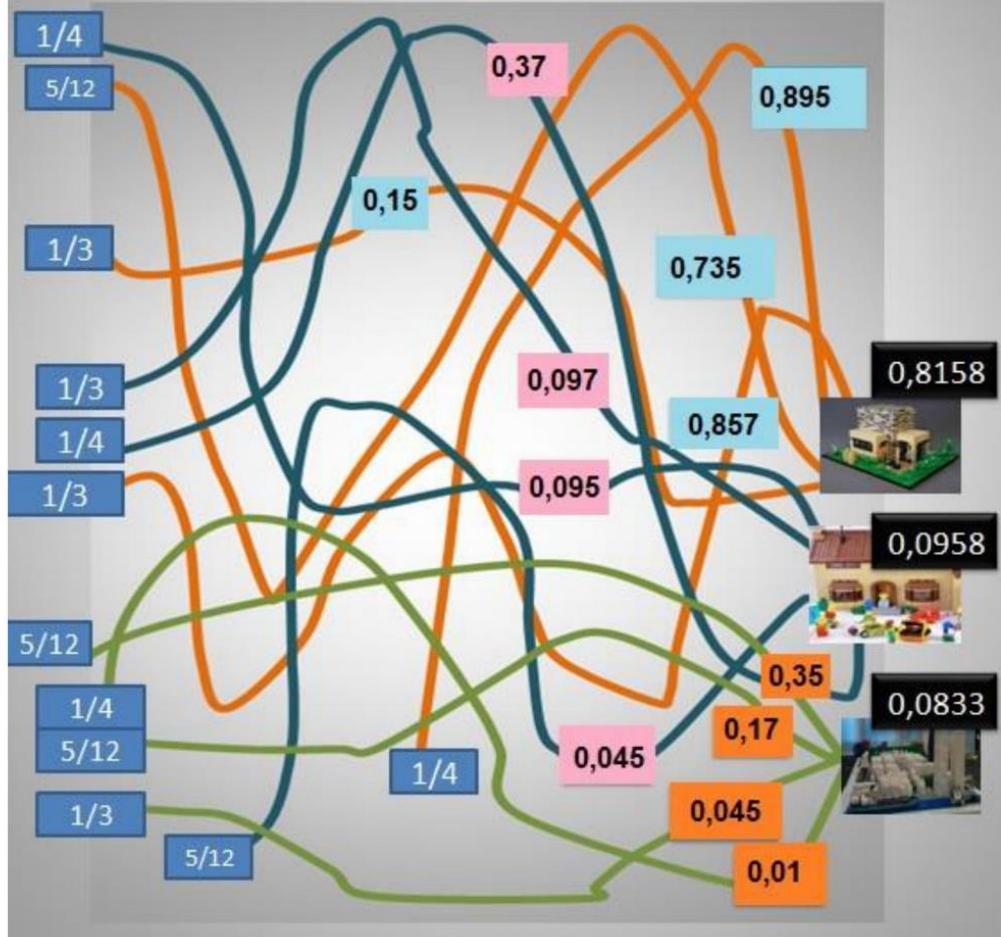
- REPRESENTACIÓN GRÁFICA MATRIZ DE TRANSICIÓN

- PROPORCIONES PARA LOS 2 MESES SIGUIENTES:

- CONCLUSIONES



CADENA DE MARKOV



4. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cómo funcionan las Cadenas de Markov y su importancia en diferentes campos de aplicabilidad. También en este apartado se incluirán los aportes personales de los alumnos de acuerdo a lo realizado y observado en la práctica.

Anexo D. Matrices de validación teórica y de aplicabilidad de lúdicas por parte de los docentes especializados

Modelo de transporte de la fábrica de perfumes						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5				
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?			4			
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?			4			
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?				3		
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica			4			
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		15	12	3	0	0
Total		30				
Observaciones y/o recomendaciones:						
La dinámica de la lúdica es muy pertinente con la temática de transporte de investigación y operaciones, es muy afín a nuestro contexto y fácil de entender.						
Se recomienda						
** Ampliar la bibliografía en el marco teórico con otros autores y bibliografía en inglés.						
** Incluir dentro de los entregables una fotografía de la asignación de transporte escogida afín de visualizar el material didáctico utilizado (ej. ruta, vehículo, carga, costo)						

Línea de espera para el mantenimiento de automóviles						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		35	0	0	0	0
Total		35				
Observaciones y/o recomendaciones: La lúdica presenta un medio innovador para adoptar nuevos conocimientos y abordar de una forma diferente la asignatura.						

Empresa Toy XZ						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		35	0	0	0	0
Total		35				
Observaciones y/o recomendaciones: La metodología es la fiel representación del uso de poka yokes y por ende un instrumento adecuado para involucrarse en el tema de las herramientas Lean.						

Análisis de Sistemas Productivos usando la Metodología kanban						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		35	0	0	0	0
Total		35				
Observaciones y/o recomendaciones: La metodología del juego es una forma simple de pasar de la teoría a la practica y la dinámica de participación representa en forma real una planta de producción real.						

El BOM para la fabricación de sistemas de poleas						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?			4			
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica			4			
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		25	8	0	0	0
Total		33				
Observaciones y/o recomendaciones: La metodología de la lúdica representa una línea de ensamble real y la forma en que plantea el desarrollo del BOM es la adecuada.						

MRP para la fabricación de sistemas de engranajes						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		35	0	0	0	0
Total		35				

Observaciones y/o recomendaciones: La lúdica muestra perfectamente como el MRP es fundamental para que una empresa tenga una adecuada planificación de los materiales.

Caracterización del Proceso Siderúrgico						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?			4			
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?			4			
Subtotal		25	8	0	0	0
Total		33				

Observaciones y/o recomendaciones: La metodología empleada ayuda a que los alumnos puedan entender por medio del juego la secuencia del proceso siderúrgico.

* En la fase 3 ordenar las fases en la misma secuencia del proceso productivo: (explotación de materias primas – coquería – sinterización – alto horno – aceración – horno eléctrico – colada continua - laminación)

La Comercializadora de Legos y su Modelo ABC						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje			4			
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		30	4	0	0	0
Total		34				
Observaciones y/o recomendaciones: las lúdicas son interesantes, plantean y desarrollan muy bien. *incluir otra configuración o si es el caso agregar que el docente pueda sugerir una nueva es decir que se tuviera otra opción para los anexos B						

Estudio de micro movimientos a los operarios de la línea de ensamble de balanzas de torre						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?		5				
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje			4			
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?		5				
Subtotal		30	4	0	0	0
Total		34				
Observaciones y/o recomendaciones: Las lúdicas son interesantes, plantean y desarrollan muy bien.						

Memorizando						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
		Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica	5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?	5					
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?	5					
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?	5					
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica	5					
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje			4			
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?	5					
Subtotal		30	4	0	0	0
Total		34				
Observaciones y/o recomendaciones: Las lúdicas son interesantes, plantean y desarrollan muy bien.						

La catapulta						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
		Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica	5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?	5					
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?	5					
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?	5					
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica	5					
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje			4			
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?	5					
Subtotal		30	4	0	0	0
Total		34				
Observaciones y/o recomendaciones: las lúdicas son interesantes, plantean y desarrollan muy bien.						
*Incluir otra configuración o si es el caso agregar que el docente pueda sugerir una nueva es decir que se tuviera otra opción para los anexos B						

La Planta PP						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?			4			
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?		5				
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica		5				
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje		5				
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?			4			
Subtotal		25	8	0	0	0
Total		33				
Observaciones y/o recomendaciones: La metodología de la lúdica representa de manera adecuada simulación de distribución, donde se incluyen los factores que hacen una buena distribución en planta.						
Recomendaciones:						
- Introducir para el calculo de espacios las fórmulas de superficie estática y superficie gravitacional						

La gran cadena de supermercados						
CRITERIOS	ESCALA	Muy Adecuado	Adecuado	Medianamente adecuado	Poco adecuado	Nada adecuado
	Nivel de pertinencia del tema seleccionado para trabajar por medio de la lúdica		5			
¿El constructo teórico planteado en la lúdica es el adecuado?		5				
¿La metodología planteada es la adecuada para trabajar el tema?			4			
¿Los recursos utilizados especialmente los sets de LEGO se aprovecharon de forma adecuada?			4			
Nivel de innovación y creatividad de exposición del tema a través de la lúdica			4			
Nivel del beneficio que representa la lúdica en el proceso de enseñanza- aprendizaje			4			
¿ La lúdica aporta a los alumnos de forma adecuada una herramienta que le permita situarse en un escenario de la vida profesional real?			4			
Subtotal		10	20	0	0	0
Total		30				
Observaciones y/o recomendaciones: La información y proceso son adecuados, recomendaría efectuar una modificación en la parte física utilizando un plano con diferentes caminos y varias opciones a los cuales se puede asignar el valor de las probabilidades estacionarias y en estos caminos puede entrelazar caminos mas pequeños que tiene como destino los tres centros de compra, la forma en que construyen el camino permitirá verificar los resultados e identificar si los caminos seleccionados son los correctos, la puntuación por resultados puede relacionar puntajes atractivos que sumen 100 y con las diferentes propuestas los equipos pueden obtener los resultados validos.						

Anexo E. Guías de laboratorio de la fábrica didáctica de Legos

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Diseño de Planta	50412423	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Producción I			50413433	VI
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
2	Distribución de plantas	La planta PP		3 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de distribución de plantas, con el fin de que proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. En esta lúdica los estudiantes trabajaran como directores de producción, donde tendrán la responsabilidad de realizar una óptima distribución de planta, con el fin de determinar el número de trabajadores, espacios requeridos para cada máquina dentro de la planta, teniendo en cuenta que el éxito de una buena distribución de plantas incluye la integración de factores como los materiales, la mano de obra, la maquinaria y el flujo de material, igualmente de buenas condiciones de seguridad, que conllevan a obtener buenos resultados en la productividad.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>Las actividades industriales se encuentran limitadas por un mercado exigente, en el que la eficiencia en el desempeño de todos los aspectos que hacen parte del proceso productivo implican la continuidad de la empresa. Lograr la eficiencia de estos aspectos dependerá de la optimización de los costos de producción y una flexibilización de los procesos que permita hacer frente a un entorno cambiante.</p> <p>Tener una buena distribución de plantas implica distribuir de manera óptima todos los departamentos que intervienen en un proceso productivo, ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costes. El éxito de una buena distribución de plantas industriales incluye la integración de factores como los materiales, la maquinaria, el flujo de material y la mano de obra, esto de la mano de unas buenas condiciones de seguridad, conllevan a obtener buenos resultados en cuanto a productividad. El beneficio que ofrece una buena distribución no solo es económico, también se consideran los aportes al bienestar, a las condiciones laborales y a la salud de los trabajadores.</p> <p>No obstante, se debe tener en cuenta que todo proceso industrial implica movimiento de material, y es aquí donde resulta importante contar con una distribución que permita que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta, ya que estos traslados de material no agregan un valor al producto, de esta manera se busca reducir las distancias que el material deba recorrer, esto se logra ubicando las operaciones sucesivas inmediatamente cercanas unas a otras.</p>				
3. OBJETIVO				
<p>Realizar una óptima distribución de planta, con el fin de determinar el número de trabajadores, espacios requeridos para cada máquina dentro de una en una planta.</p>				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- **Condiciones de seguridad:** Se consideran condiciones de seguridad aquellas condiciones materiales que pueden dar lugar a accidentes de trabajo (García, Ruiz, López y Gago, 2011).
- **Distribución de planta:** “La distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales y comerciales. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades de servicio” (Muther,1981).
- **Flexibilidad:** Es la capacidad que tiene una organización para introducir productos nuevos o innovadores al mercado como también procesos, es decir la facilidad para adaptarse a los cambios (Serna, 2008).
- **Flujo de Material:** El flujo de materiales representa los elementos dentro de la fábrica que se van a mover, ya sea materiales, hombre, equipos y documentos, produciendo en definitiva un bien o un servicio.
- **Materiales:** Son sustancias y elementos cuya utilización es necesaria en un determinado proceso de elaboración y que pueden o no incorporarse al artículo terminado (Pino, 2012).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
6	Mecanismos Simples de Lego	
6	Mecanismos Simples y Motorizados	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cantidad	Elementos
5	Formatos necesarios incluidos en la sección de anexos.
5	Reglas o cintas métricas.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
6	Directores líder de producción	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares.
18	Auxiliares del director líder de producción	Servirán como apoyo a el líder y ayudarán a elaborar los cálculos.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre distribución de plantas y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: El señor Pepito Pérez quiere saber cómo hacer una distribución para una nueva planta que acaba de adquirir donde sabe que se realizan 6 operaciones (1,2,3,4,5,6) cada una es llevada a cabo por una estación de trabajo, en esta planta se producirán los productos x, y, z con una secuencia de fabricación y producción diaria como se muestra en el Anexo A. Pepito Pérez quiere saber cuántos trabajadores se necesitan, cuanta área se requiere para cada departamento y cuál es la distribución más apropiada para esta planta.

Nota: Pepito Pérez también conoce que cada estación de trabajo tiene cierto número de máquinas y un operador por máquina y que el área que ocupa cada trabajador es de 4 m². Otros datos adicionales se encuentran en el Anexo B.

Fase 3: Para esto, cada uno de los equipos va hacer el papel de director de producción de la planta, y le ayudaran al señor Pepito Pérez a conocer los datos de la cantidad de trabajadores que se necesitan, el área total que se requiere para cada departamento y la distribución más apropiada para la planta.

Nota 1: cada equipo contará con un director líder de producción y auxiliares de producción.

Nota 2: Para responder las preguntas del señor Pepito Pérez deberán utilizar el formato del Anexo C en el cual se anotarán los resultados de la lúdica.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Nota 3: Las fórmulas necesarias se encuentran en el anexo D.

Fase 4: Luego de tener todos los datos procederán con ayuda de las piezas Lego a simular la distribución de la planta, en un plano que pueden encontrar en el Anexo E, que será de un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm).

Nota: Para elaborar la distribución de la planta cada grupo contara con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, la distribución de la planta será elaborada como lo crea pertinente cada equipo.

Fase 5: El equipo ganador es aquel que logre distribuir de mejor manera la planta, con las mejores condiciones y en el menor tiempo posible.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, pero para esto debe tener en cuenta la cantidad de Sets con los que se cuenta.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

- Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo de la lúdica a través de la solución del formato en el Anexo C.
- En el Anexo F se muestra la solución del ejercicio propuesto.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de una buena distribución en planta, y los aportes que genera a las organizaciones tener distribuidos de la mejor manera sus espacios de trabajo.

10. BIBLIOGRAFÍA

García, C., Ruiz, E., López, S. y Gago, L. (2011). *Formación y orientación laboral*. Mc Graw Hill.

Muther, R. (1981). *Distribución en planta*. Barcelona, España, Editorial Hispano Europea Pino, R. (2012). Catedra: costos operativos. <http://www.utntyh.com/wp-content/uploads/2012/03/UNIDAD-II-Materias-primas-y-materiales.pdf>

Serna, H. (2008). *Gerencia estratégica. Planeación y gestión, teoría y metodología*. 3R Editores.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 9
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022

11. ANEXOS

Anexo A: Producción diaria

PRODUCTO	SECUENCIA	PRODUCCIÓN DIARIA
X	1-2-3-4-5-6	20.000
Y	1-3-2-5-6	35.000
Z	2-3-4-5-6	40.000

Anexo B: Datos adicionales

OPERACIÓN	# DE MÁQUINAS	DIMENSIONES DE CADA MÁQUINA (m)	AREA DE MATERIALES (m ²)
1	2	2*3	3
2	2	2*2	2
3	3	2*3	4
4	3	2*4	5
5	2	2*2	3
6	1	3*2	3

Anexo C: Formato Resultados de la lúdica

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- Operadores que se requieren para la planta

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

<ul style="list-style-type: none"> • Área total que se requiere para cada departamento 	
<ul style="list-style-type: none"> • Distribución más apropiada para la planta 	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo D: Formulas

- **Área que ocupa un solo operador** = 4 m²
- **Cantidad total de operarios**= (# de operarios) x (cantidad de máquinas)
- **Área de operarios**= (# de máquinas) x (# operarios por máquina) x (Área que ocupa un solo operador)
- **Área de máquinas**= (# de máquinas) x (dimensiones de cada máquina)
- **Área de materiales**= (# de máquinas) x (área de materiales)
- **Área total por departamento**= (área de trabajadores) + (área de máquinas) + (área de materiales)
- **Área total de la planta es**= ÁTD1+ ÁTD2 + ÁTD3 + ÁTD4 + ÁTD5 + ÁTD6

Anexo E: Plano para distribución de planta



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo F: Solución del ejercicio propuesto

- Operarios que se requieren para la planta

Se debe tener en cuenta que solo es 1 operario por máquina. Para conocer el número de trabajadores que se requieren para la planta, se debe tener en cuenta la cantidad de máquinas que se van a utilizar.

DE MÁQUINAS
2
1
3
3
2
1

$$2 (1) + 1 (1) + 3 (1) + 3 (1) + 2 (1) + 1 (1) = 12$$

Se requieren de 12 operarios.

- Área total que se requiere para cada departamento

OPERACIÓN	# DE MÁQUINAS	DIMENSIONES DE CADA MÁQUINA (m)	AREA DE MATERIALES (m ²)
1	2	2*3= 6	3
2	2	2*2= 4	2
3	3	2*3= 6	4
4	3	2*4= 8	5
5	2	2*2= 4	3
6	1	3*2= 6	3

El área total se calcula, así:

Área total= área de trabajadores + área de máquinas + área de materiales

De esta manera, tenemos:

Departamento 1:

- Área Total de operarios: (2) (1) (4) = 8
 - Área de máquinas: (2) (6) = 12
 - Área Total de materiales: (2) (3) = 6
- Área total= 26 m²**

Departamento 2:

- Área de operarios: (2) (1) (4) = 8
 - Área de máquinas: (2) (4) = 8
 - Área de materiales: (2) (2) = 4
- Área total= 20 m²**

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 9 de 9
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Departamento 3:

- Área de operarios: (3) (1) (4) = 12
 - Área de máquinas: (3) (6) = 18
 - Área de materiales: (3) (4) = 12
- Área total= 42 m²**

Departamento 4:

- Área de operarios: (3) (1) (4) = 12
 - Área de máquinas: (3) (8) = 24
 - Área de materiales: (3) (5) = 15
- Área total= 51 m²**

Departamento 5:

- Área de operarios: (2) (1) (4) = 8
 - Área de máquinas: (2) (4) = 8
 - Área de materiales: (2) (3) = 6
- Área total= 22 m²**

Departamento 6:

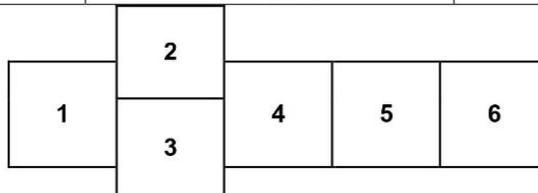
- Área de operarios: (1) (1) (4) = 4
 - Área de máquinas: (1) (6) = 6
 - Área de materiales: (1) (3) = 3
- Área total= 13 m²**

El área total de la planta es= ÁTD1+ ÁTD2 + ÁTD3 + ÁTD4 + ÁTD5 + ÁTD6
= 26 m² + 20 m² + 42 m² + 51 m² + 22 m² + 13 m²
= 174 m²

- Distribución más apropiada para la planta

Teniendo en cuenta, la secuencia de las operaciones se procede a realizar la mejor distribución de planta.

PRODUCTO	SECUENCIA	PRODUCCIÓN DIARIA
X	1-2-3-4-5-6	20.000
Y	1-3-2-5-6	35.000
Z	2-3-4-5-6	40.000



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 16
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS			VIGENCIA: 31- 05- 2022

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Organización y Métodos	50413414	V
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Costos de Producción			50413310	VI
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
3	Micro movimientos	Estudio de micro movimientos a los operarios de la línea de ensamble de balanzas de torre		3 Horas

1. RESUMEN

Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de micro movimientos incluyendo en esta un poco de costos de producción, con el fin de proporcionar un instrumento que permita entender la importancia de realizar análisis a los movimientos que ejecuta un operario en su la línea de ensamble, para así optimizar su trabajo al eliminar aquellos movimientos y esfuerzos innecesarios (therbligs ineficientes) que puedan causarle fatiga; y potencializar aquellos movimientos que brindan bienestar (therbligs eficientes). La realización de movimientos innecesarios por parte de los operarios genera aumentos en los costos de producción ya que este invertirá más tiempo en realizar su trabajo; en producción el tiempo perdido se traduce en pérdida de dinero. En esta lúdica se simulara una línea de ensamble de un producto (en este caso una balanza de torre) para lo cual los estudiantes deben realizar el análisis de los movimientos con el fin de mejorar y optimizar su trabajo al eliminar aquellos therbligs ineficientes.

2. INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica de gran ayuda para las empresas, esta supone un valor importante para conseguir la realización de un trabajo de manera eficiente y eficaz. El estudio de tiempos y movimientos va dirigido a la mejora de la productividad y fue utilizada desde los siglos XIX. El estudio de tiempos y movimientos tiene como objetivos minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos, conservar los recursos, minimizar los costos, proporcionar un producto que cumpla con las especificaciones de calidad pertinentes y eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Taylor fue llamado el padre de la administración científica y desarrolló en los 80's el concepto de "tareas", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. Luego, los esposos Gilbreth, basados en los estudios de Taylor, ampliaron y desarrollaron el estudio de movimientos, dividido en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (el termino es una derivación del apellido de sus fundadores), los cuales son: buscar, seleccionar, tomar, alcanzar, mover, sostener, soltar, colocar en posición, pre colocar en posición, inspeccionar, ensamblar, desensamblar, usar, demora (o retraso) inevitable, demora (o retraso) evitable, planear y descansar. Uno de los beneficios de la aplicación de los Therbligs, es que permite facilitar el trabajo en un determinado proceso productivo de una empresa.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 16
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Eliminar los movimientos innecesarios dentro de cualquier proceso es esencial para obtener la máxima productividad posible de los recursos que poseen las organizaciones, estos recursos van desde el personal humano, hasta los equipos y materiales que la empresa disponga. Al evitar movimientos innecesarios, por el uso de Therbligs, se evitan fatigas en los trabajadores y de esta manera lograr aprovechar el tiempo de la mejor manera lo cual conlleva a obtener productos de alta calidad.

3. OBJETIVO

Simular la línea de ensamble de un producto (en este caso una balanza de torre), con el fin de que los estudiantes de Ingeniería Industrial sean capaces hacer un correcto análisis de los movimientos de un operario, al saber identificar los movimientos eficientes e ineficientes que este realiza; y así de esta manera lograr optimizar la producción incluyendo sus costos.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Organización y métodos: es el área de la organización “encargada de conocer y analizar los problemas organizativos, estructurales y procedimentales, que se generan por cambios en los sistemas formales, buscando así proponer soluciones a la empresa con el fin de mejorar el grado de eficiencia para el logro de los objetivos pre establecidos”. (Alvarado, 2001).
- Micro movimientos: son movimientos elementales del cuerpo humano que se realizan en el puesto de trabajo y que permiten, tras su análisis con ayuda de técnicas de filmación y otras similares, describir el trabajo con gran precisión y detalle.
- Therbligs eficientes: estimulan el progreso del trabajo y con frecuencia pueden ser acortados, pero por lo general no pueden eliminarse por completo (Fuentes, 2003).
- Therbligs ineficientes: no representan un avance en el progreso del trabajo y deben eliminarse aplicando los principios de la economía de movimientos Fuentes, 2003).
- Diagrama Bimanual: es un curso grama en el cual se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario indicando la relación entre ellas. Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos y en ocasiones los pies del operario ya sean en acción o en reposo (Kanawaty, 1996).
- Costos de producción: Son los que se generan en el momento de transformar la materia prima en producto terminado, lo integran tres elementos que son: mano de obra (MOD Y MOI), materia prima (MPD y MPI) y los costos indirectos (García, 2008).
- Línea de ensamble: Es una secuencia de estaciones de trabajo, que están frecuentemente conectadas por un sistema de manejo de materiales, el cual tiene como fin el ensamble de un producto a través de una serie de operaciones, cada una compuesta por diversas tareas, organizadas de forma tal que el producto se mueve de una estación a otra siguiendo una ruta (Moreno y Montealegre, 2013).

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 16
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- Puesto de trabajo: Es la parte del área de producción establecida para cada operario, esta se encuentra dotada con los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso productivo (Alzate y Sánchez, 2013).
- Calidad: Es cumplir con la totalidad de rasgos y características establecidos por la empresa y su habilidad para satisfacer al cliente con un mínimo de errores y defectos. (Heizer y Render, 2009).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

PARA EL ENSAMBLE DEL PRIMER OPERARIO - TORRE		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
2	389423	
2	4514553	
2	389523	
2	370923	
2	302323	
1	370023	
12	4121715	
2	4526984	
2	4156341	
2	4542578	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01
			VIGENCIA: 31- 05- 2022

PARA EL ENSAMBLE DEL SEGUNDO OPERARIO - BALANZA		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
1	373823	
2	4233486	
4	370323	
1	370526	
8	4114027	
2	4249021	
2	4186017	
1	4512360	
4	4140806	
PARA EL ENSAMBLE DEL TERCER OPERARIO - BALANZA TORRE		
Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego	Imagen
4	4514554	
4	4211815	
4	4234429	
4	4210658	
4	4514558	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 16
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Nota: Las piezas anteriormente descritas son las necesarias para un (1) grupo y todas se encuentran en una (1) sola caja de los Sets de Mecanismos Simples y Motorizados.

Cantidad	Elementos
4	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
12	Cronómetros

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
12	Operarios	Serán los encargados de ensamblar el producto y hacer la disposición de su puesto de trabajo.
12	Analistas	Serán los encargados de cronometrar el tiempo y de anotar los movimientos que utiliza el operario.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por seis (6) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre micro movimientos y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una línea de ensamble que se encarga de fabricar balanzas de torre, la empresa últimamente se ha dado cuenta que los operarios se les nota cansados y no están teniendo el rendimiento apropiado, el ingeniero de tiempos y movimientos recomendó hacer un análisis de los movimientos que los operarios realizan al ensamblar el producto con el fin de identificar aquellos therbligs innecesarios y así mejorar la producción.

Fase 3: División del equipo: Cada equipo está compuesto por seis (6) integrantes, los cuales a su vez se dividirán en 3 tres (3) sub equipos conformados por dos (2) integrantes los cuales se encargaran de:

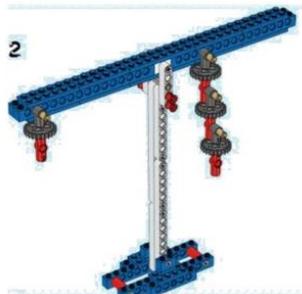
- El sub equipo A se encargara de realizar el sub ensamble de la torre como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el Anexo A el cual contiene el ensamble propuesto por lego para esta parte:



- El sub equipo B se encargara de realizar el sub ensamble de la balanza como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el Anexo B el cual contiene el ensamble propuesto por lego para esta parte:



- El sub equipo C se encargara de realizar el ensamble final de las dos (2) partes realizadas por los otros sub grupos y terminar los detalles de la balanza de torre como se ve en la imagen, para esto tendrá de ayuda el Anexo C el cual contiene el ensamble propuesto por lego para esta parte:



Nota: Cada sub equipo está compuesto por un operario y un analista, para la lúdica se realizaran dos corridas en la cual los estudiantes cambiaran de rol.

Fase 4: Preparación del puesto de trabajo: El integrante que ejerce el rol de operario en la corrida se encargará de seleccionar las piezas necesarias para realizar el ensamble correspondiente (para guiarse se tiene el listado de piezas descrito anteriormente en la tabla de recursos), este se encargara de ubicarlas según crea que es la mejor disposición de estas en el puesto de trabajo (cada operario podrá realizar una disposición diferente según crea pertinente).

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 16
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Fase 5: Inicio de la línea de ensamble: Teniendo el puesto de trabajo listo el analista de cada sub grupo tomara el tiempo que cada operario se demora haciendo su sub ensamble, al mismo tiempo tomara nota de los movimientos que este utiliza durante el proceso.

Nota 1: Se realizara una corrida de prueba con uno (1) de los operarios a fin de aprender el procedimiento de ensamble y la mejor forma de organizar el puesto de trabajo.

Nota 2: Si el analista desea puede tomar un video para capturar mejor los movimientos.

Nota 3: Este mismo procedimiento lo realizarán en las dos corridas al hacer el cambio de roles.

Fase 6: Análisis de los datos hallados: Con los datos hallados se escogerá los movimientos de los operarios de cada sub ensamble que haya demorado menos tiempo realizando su ensamble correspondiente y con estos datos se procederá a llenar el diagrama bimanual para esto se tiene el formato del Anexo D; también de apoyo se entregara el Anexo E con el listado de los therbligs.

Nota: De lo anterior se deberá realizar una conclusión sobre que therbligs ineficientes puede omitir y mejorar a un más el proceso de fabricación.

Fase 7: Estudio de costos: Teniendo en cuenta el menor tiempo de cada sub ensamble se procederá a hallar el costo total de mano de obra directa empleado :

El operario que ensambla la torre gana mensualmente \$ 1.500.000

El operario que ensambla la balanza gana mensualmente \$ 1.300.000

El operario que hace el ensamble final gana mensualmente \$ 1.100.000

Nota: En el Anexo F se encontraran las fórmulas para hallar el costo.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 6 alumnos y no exceder los 8 grupos.
- Para el ensamble del producto se propone en la lúdica que el procedimiento utilizado sea el propuesto por Lego, pero si lo desea puede hacer que los alumnos diseñen su propio procedimiento.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

Los estudiantes al finalizar la lúdica se darán cuenta a través de los resultados obtenidos de la importancia del estudio de los movimientos, puesto que es de gran ayuda para que el operario realice su trabajo eficazmente sin necesidad de desgastarse físicamente; también se demostrara que el correcto

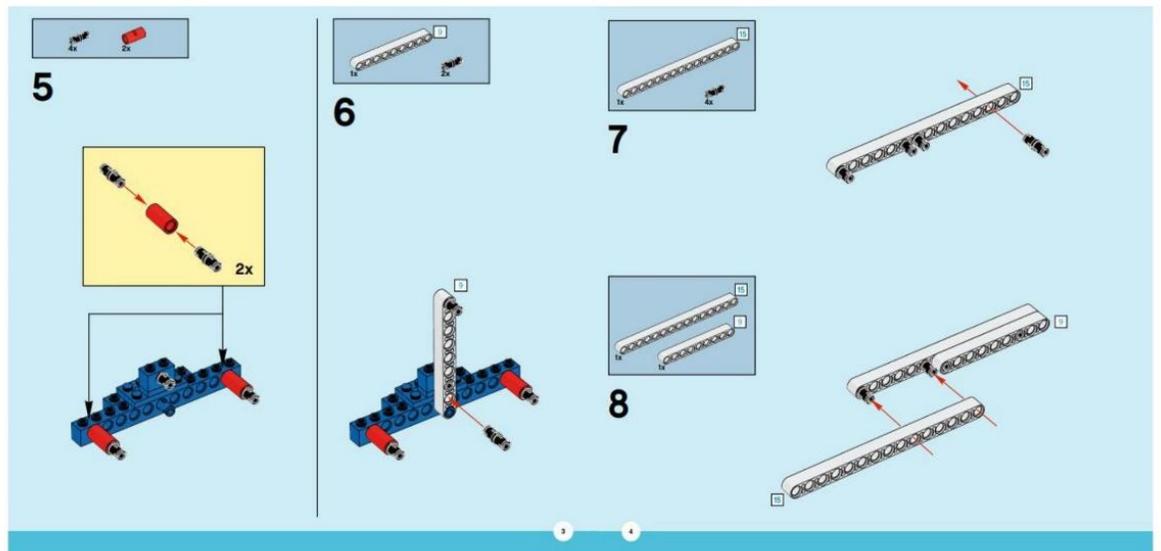
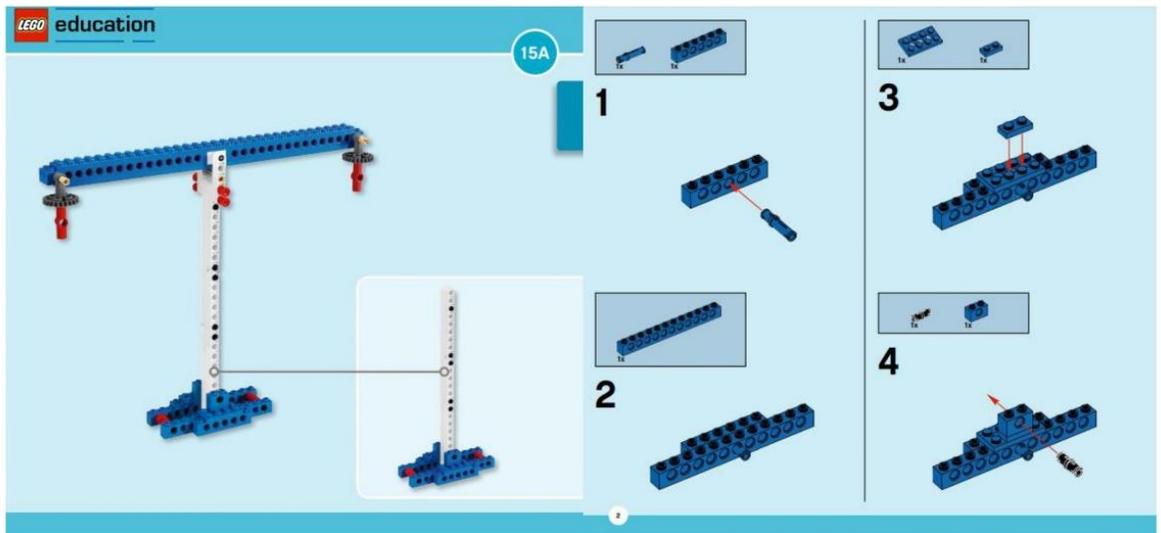
	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 16
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

estudio de movimientos influye positivamente en los costos de producción.
9. CONCLUSIONES
A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del estudio de micro movimientos al saber identificar los movimientos eficientes e ineficientes que un operario realiza; y así de esta manera lograr optimizar la producción incluyendo sus costos.
10. BIBLIOGRAFÍA
<p>Arango, F. (2017). Competitividad en procesos de servicios: Lean Service caso de estudio. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.</p> <p>Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. McGraw-Hill.</p> <p>Fuentes, G. (2003). Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala</p> <p>García, J. (2008). Contabilidad de costos. McGraw-Hill.</p> <p>[Instructivo de Lego]. https://education.lego.com/en-us/support/machines-and-mechanisms/building-instructions.</p> <p>Kanawaty, G. (1996). <i>Introducción al estudio de trabajo</i>. Ginebra: Organización Internacional de Trabajo.</p> <p>Krick, E. (1994). <i>Ingeniería de Métodos</i>. Limusa S.A</p> <p>Moreno, j., y Montealegre, I. (2013). Problema de balance de línea con múltiples líneas en paralelo y enfoque multiobjetivo. (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle Santiago de Cali, Colombia.</p> <p>[Piezas de Lego]. https://www.brickowl.com/</p>



11. ANEXOS

Anexo A: Primera parte del ensamble





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

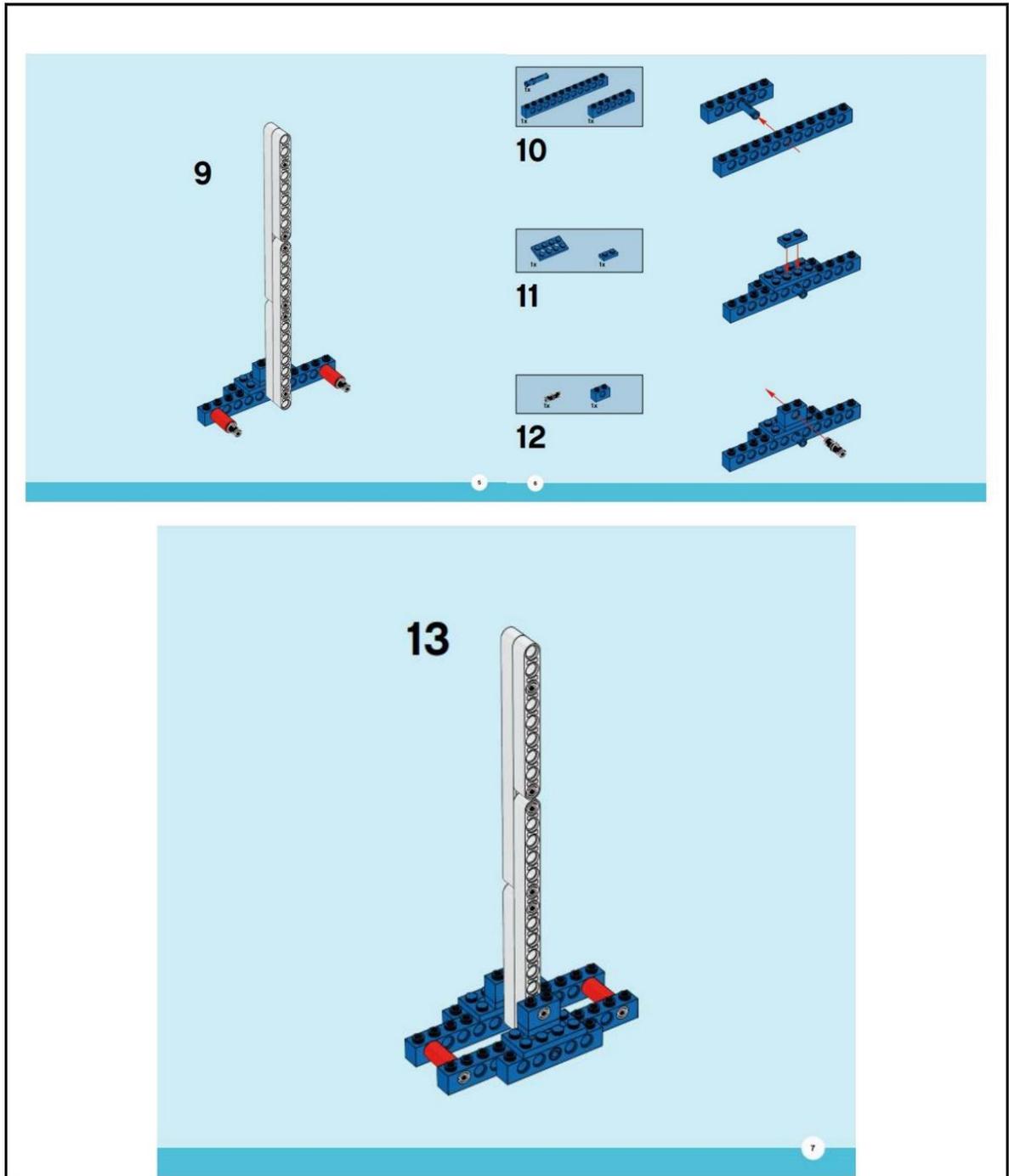
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

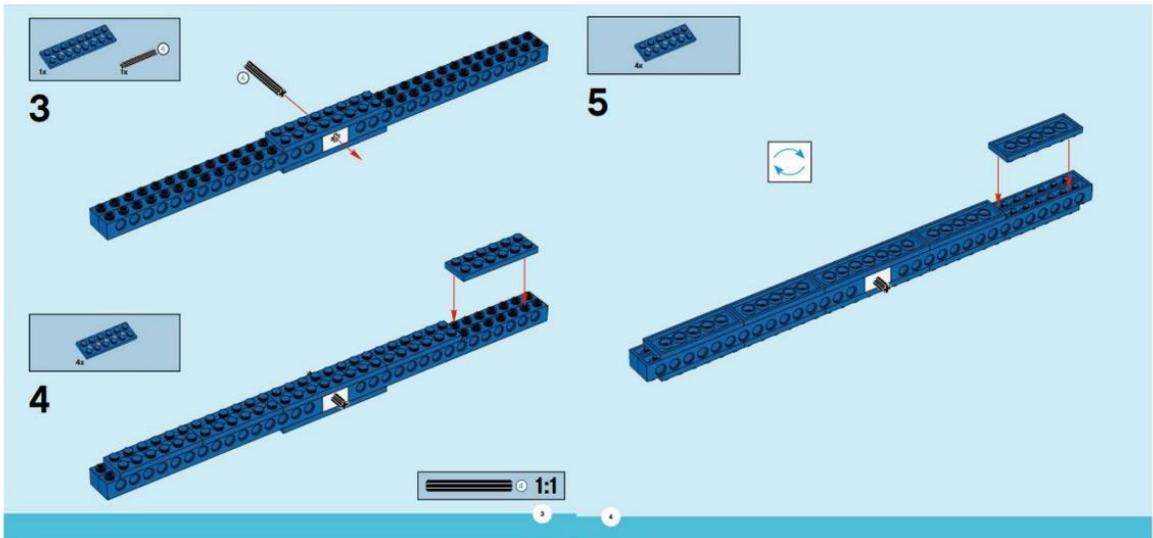
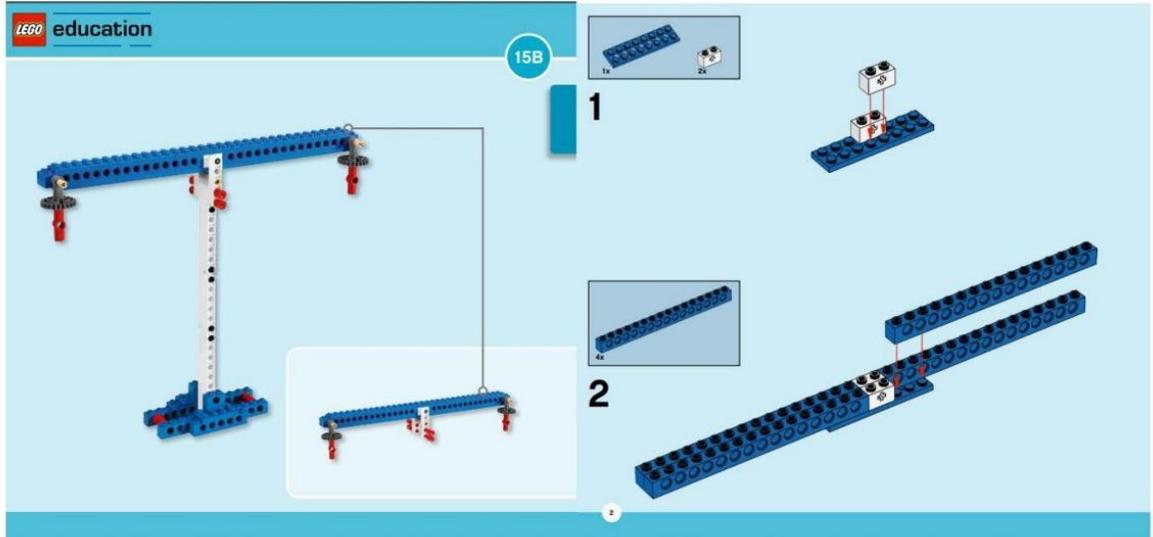
PÁGINA: 10 de
16

VIGENCIA: 31-05-2022





Anexo B: Segunda parte del ensamble





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

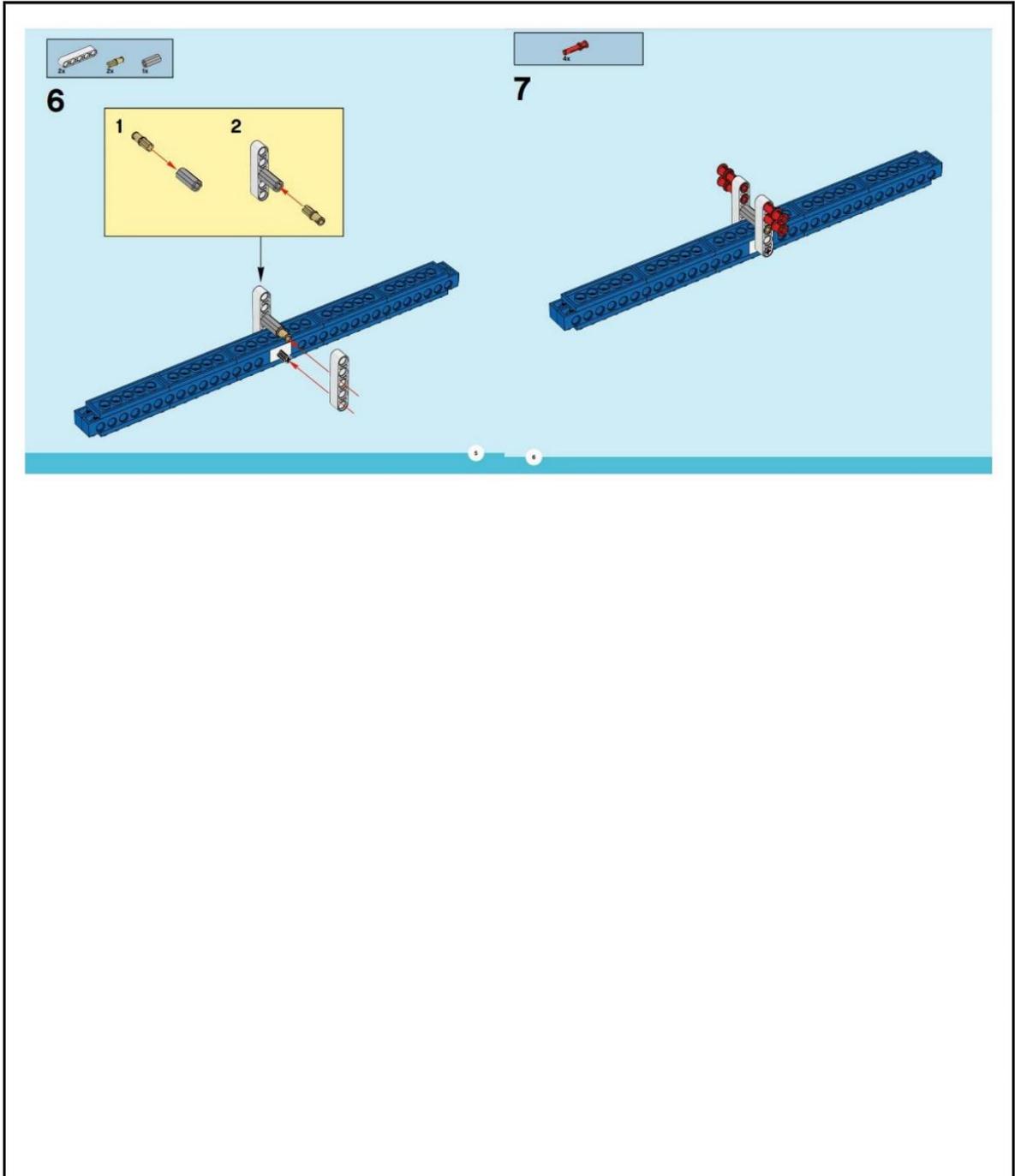
CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 12 de 16

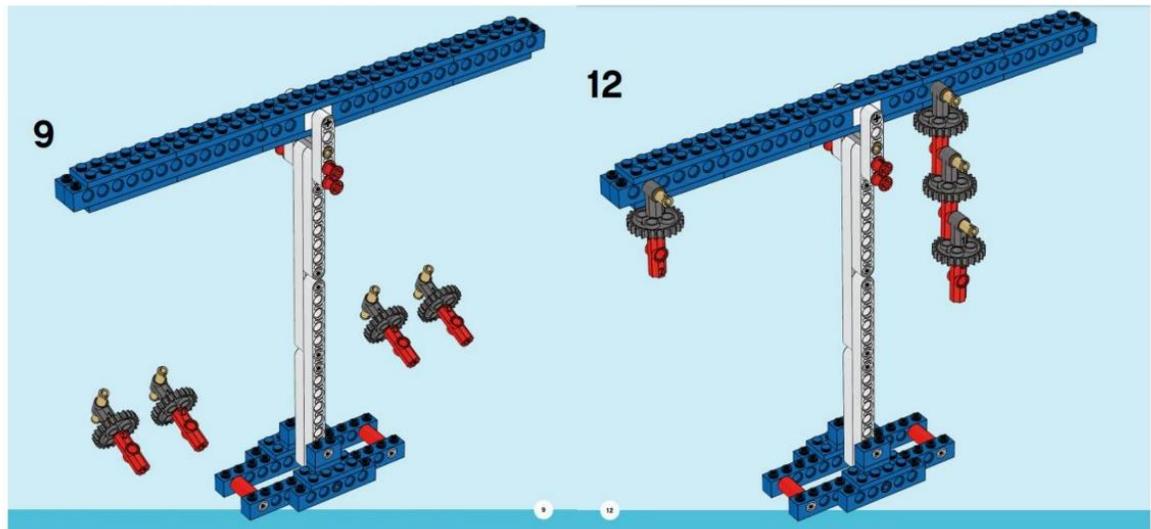
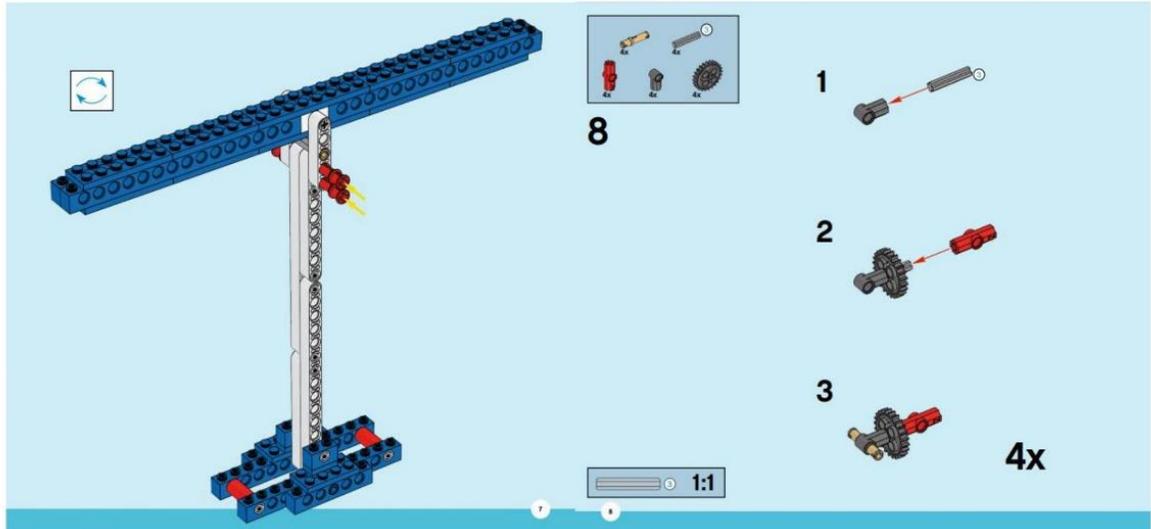
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022





Anexo C: Tercera parte del ensamble



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 15 de 16
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo E: Listado de Therbligs

- Therbligs efectivos

Therbligs	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto: el tiempo depende de la distancia, en general precedida por tomar y va seguida de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena: el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento, en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto: inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar en general precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto: por lo general es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior: casi siempre ocurre junto con mover
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha: se detecta con facilidad
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas: se detecta con facilidad.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas: generalmente está precedido por posicionar o mover, seguido de soltar

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 16 de 16
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- **Therbligs inefectivos**

Therbligs	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto: inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios, por lo común sigue a buscar.
Posicionar	P	Orienta un objeto durante el trabajo: en general precedido por mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comprobar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción: en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más cercano.
Retraso evitable	R	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no todos los ciclos, dependiendo la carga de trabajo físico.
Sostener	S	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Anexo F: Formulas para hallar la Mano de Obra Directa

$$\text{Valor de la hora} = \frac{\text{Salario Mensual}}{8h \cdot 30 \text{ días}}$$

$$\text{Valor de Mano de Obra Directa} = \text{Valor de la hora} \cdot \text{tiempo empleado en horas}$$

$$\text{Valor Total de Mano de Obra Directa} = V_{lr} \text{ MOD Operario 1} + V_{lr} \text{ MOD Operario 2} + V_{lr} \text{ MOD Operario}$$



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 1 de 9

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Electiva I (Ergonomía)	50413419	VIII
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
No aplica			----	----
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
4	Ergonomía cognitiva	Memorizando		2 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de ergonomía cognitiva con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. El propósito de esta lúdica es que los estudiantes conozcan sus capacidades cognitivas relacionadas con el procesamiento de la información, tales como la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, comprensión entre otras, a través de una práctica donde los estudiantes realizarán dos procesos, el primero será el ensamblaje del modelo neumático con ayuda de las instrucciones de su construcción y el segundo proceso ensamblaran el producto sin ningún tipo de ayuda, más que su percepción visual y atención prestada en la ejecución del primer proceso.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>En los últimos años las nuevas formas de trabajo se han caracterizado por incluir nuevas exigencias relacionadas con la importancia de enfocarse en procesos cognitivos, propiciando a lograr un equilibrio entre el confort, la eficacia del ser humano en su contexto laboral y sus capacidades cognitivas.</p> <p>Como resultado de la aparición de procesos cognitivos y la importancia que para el procesamiento de la información tiene la simplicidad con que se forman los modelos mentales, la ergonomía cognitiva reconoce que el estudio de la percepción, el aprendizaje o la solución de problemas es vital para verificar una interacción inteligente entre las personas, el sistema de información y los productos resultantes (Hernández, 2006), ya que facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la más rápida la solución de los problemas, permite a los seres humanos comprender su capacidad de procesar información y tomar decisiones.</p> <p>Es por esto, que a partir de esta lúdica se quiere brindar una herramienta a los estudiantes en donde se les permita mejorar sus capacidades cognitivas, como lo es la atención, percepción, memoria, resolución de problemas, comprensión, entre otras.</p>				
3. OBJETIVO				
<p>Mejorar las capacidades cognitivas de los estudiantes, ya que por medio de la lúdica los estudiantes podrán optimizar su atención, percepción y memoria.</p>				
4. MARCO TEÓRICO				



Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Ergonomía cognitiva: Es el estudio de todas las actividades humanas (capacidades y limitaciones) relacionadas con el conocimiento y el procesamiento de la información que influyen o están influidas por el diseño de máquinas y objetos que usan las personas, relacionados con procesos de trabajo y entornos con los que interactúan (Romero, 2006).
- Procesos cognitivos: Los procesos cognitivos “son la expresión dinámica de la mente, de la cognición, sistema encargado de la construcción y procesamiento de la información que permite la elaboración y asimilación de conocimiento” (González y León, 2013).
- Capacidades cognitivas: o habilidades cognitivas son las facilitadoras del conocimiento, aquellas que operan directamente sobre la información: recogiendo, analizando, comprendiendo, procesando y guardando información en la memoria, para, posteriormente, poder recuperarla y utilizarla dónde, cuándo y cómo convenga. Tales como: atención, comprensión, elaboración y memorización (Herrera,2001).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales**

Cantidad	Elementos
1	Cronómetro

- **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar los sets necesarios para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir a el almacén por el set para el ensamblaje del producto.
15	Operarios	Encargados de ensamblar el producto en cada uno de los dos (2) procesos, en los puestos de trabajo.



6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre ergonomía cognitiva y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga del ensamble de un modelo neumático, la empresa quiere facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la solución de problemas en cada uno de sus trabajadores, para esto, realizarán dos (2) procesos, el primero será el ensamblaje del modelo neumático con ayuda de las instrucciones de su construcción y el segundo proceso ensamblaran el producto sin ningún tipo de ayuda, más que su percepción visual y atención prestada en la ejecución del primer proceso.

Fase 3: Ensamblaje del producto con instrucciones: Cada equipo estará compuesto por cuatro (4) estudiantes, uno (1) de ellos tomará el papel de líder y los demás serán operarios. En primer lugar, el líder irá al almacén por el Set de Neumática Lego (9641), donde encontrarán las piezas necesarias para fabricar el modelo neumático ver Anexo B, una vez tengan las piezas sobre su puesto de trabajo, el líder mostrará el modelo del neumático y las instrucciones para su construcción (Anexo A) y comenzaran con su ensamblaje.

Nota: El líder también podrá ayudar en el ensamblaje del producto, cada equipo contará con una mesa y cuatro sillas, y este será el puesto de trabajo. Deben tener presente cada paso en la construcción del modelo neumático, ya que solo lo tendrán en este primer proceso.

Fase 4: Una vez ensamblado el producto, el equipo contará con 20 segundos, para detallar el modelo neumático final.

Nota: Después de que todos los equipos hayan terminado el ensamblaje del producto, el docente contabilizará los 20 segundos para que ellos puedan observar el modelo neumático.

Fase 5: Luego el equipo procederá a desensamblar el producto y ubicar las piezas dentro del Set de Neumática Lego (9641), para cumplir con el siguiente proceso (ensamblaje del producto sin instrucciones).

Nota: Para este proceso los equipos no contarán con la lista de piezas lego para ensamblar el producto, solo tendrán el Set de Neumática Lego (9641).

Fase 6: Ensamblaje del producto sin instrucciones: Al tener el Set de Neumática Lego (9641) sobre el puesto de trabajo los integrantes del equipo procederán a escoger las piezas que necesitan para ensamblar el producto.

Nota: Los equipos contarán con 3 minutos, los cuales serán suficientes para seleccionar las piezas necesarias para ensamblar el producto. El docente será quien contabilice los 3 minutos.

Fase 7: Luego de que el docente contabilice los 3 minutos, los equipos procederán a ensamblar el producto.



Nota: La lúdica finalizará cuando todos los equipos hayan ensamblado el producto. Esta lúdica no contará con un ganador, el propósito final es de facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la solución rápida de problemas.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 4 alumnos y no exceder los 6 grupos.
- Se recomienda al docente que para el segundo proceso (ensamblaje del producto sin instrucciones), tome cada uno de los manuales de instrucciones que vienen en cada set, para evitar errores en la ejecución de la lúdica, igualmente no permitir que se tomen fotos ni al producto final ni a las instrucciones.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

La lúdica no contará con un ganador, el propósito final es facilitar el aprendizaje, la memorización de las tareas y la solución rápida de problemas.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de la ergonomía cognitiva, especialmente aprovechar sus capacidades cognitivas, tales como atención, percepción, memoria, resolución de problemas y comprensión.

10. BIBLIOGRAFÍA

González, B. y León, A. (2013). Procesos cognitivos: de la prescripción curricular a la praxis educativa. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 19(1), 49-67. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65232225004>

Hernández, R. (2006). Principios ergonómicos aplicados a los mapas de conocimiento: ventajas y desventajas de las nuevas formas de representación de la información. *ACIMED*, 14(3),2-3. <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v14n3/aci07306.pdf>

Herrera, F. (2001). Habilidades cognitivas. *Notas del departamento de Psicología Evolutiva y de la educación*. Universidad Granada, 1(1), 1-9. <https://scholar.google.es/scholar?oi=bibs&cluster=12526234448606819745&btnI=1&hl=es>

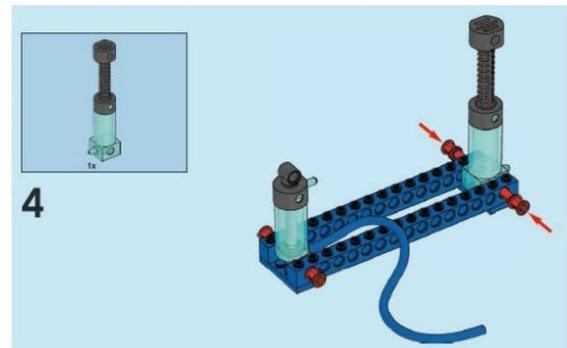
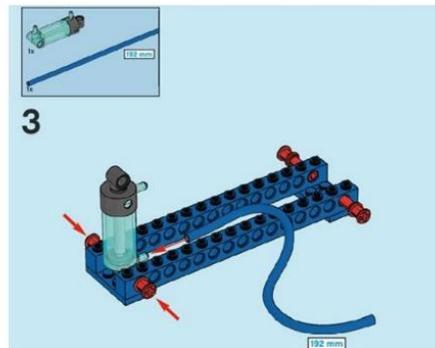
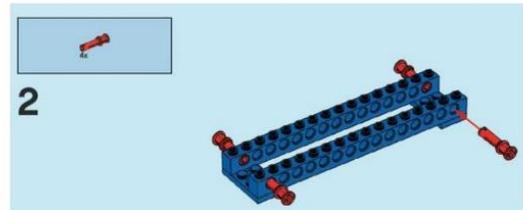
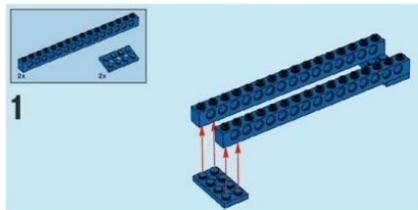
Romero, A. (2006). Ergonomía cognitiva y usabilidad. <https://www.um.es/docencia/agustinr/Tema6-0607a.pdf>

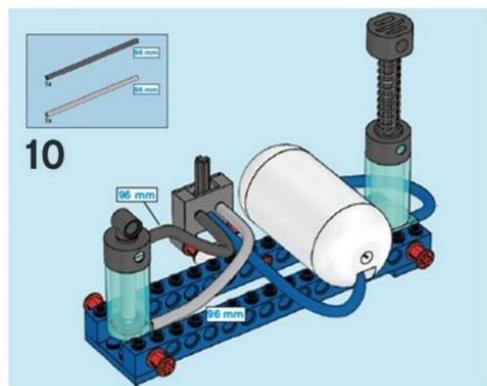
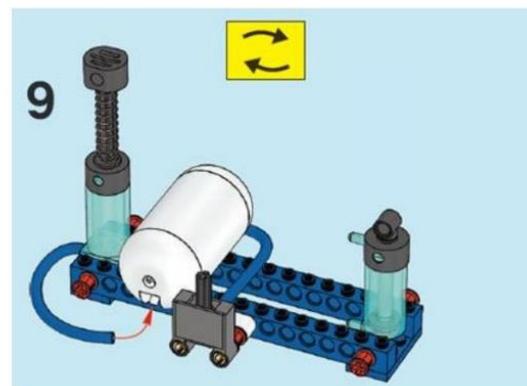
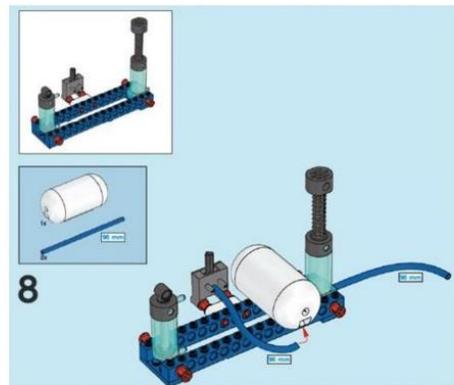
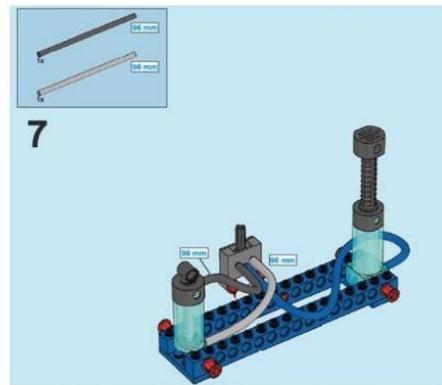
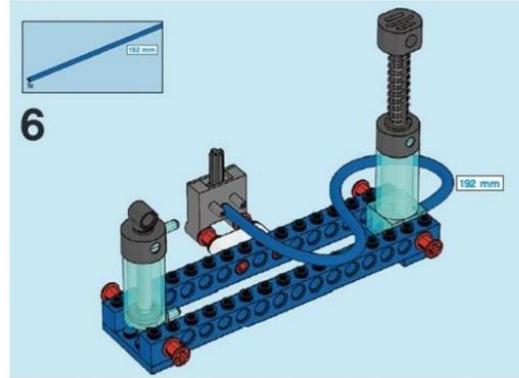
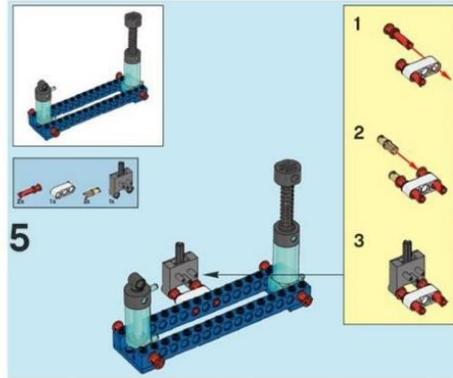


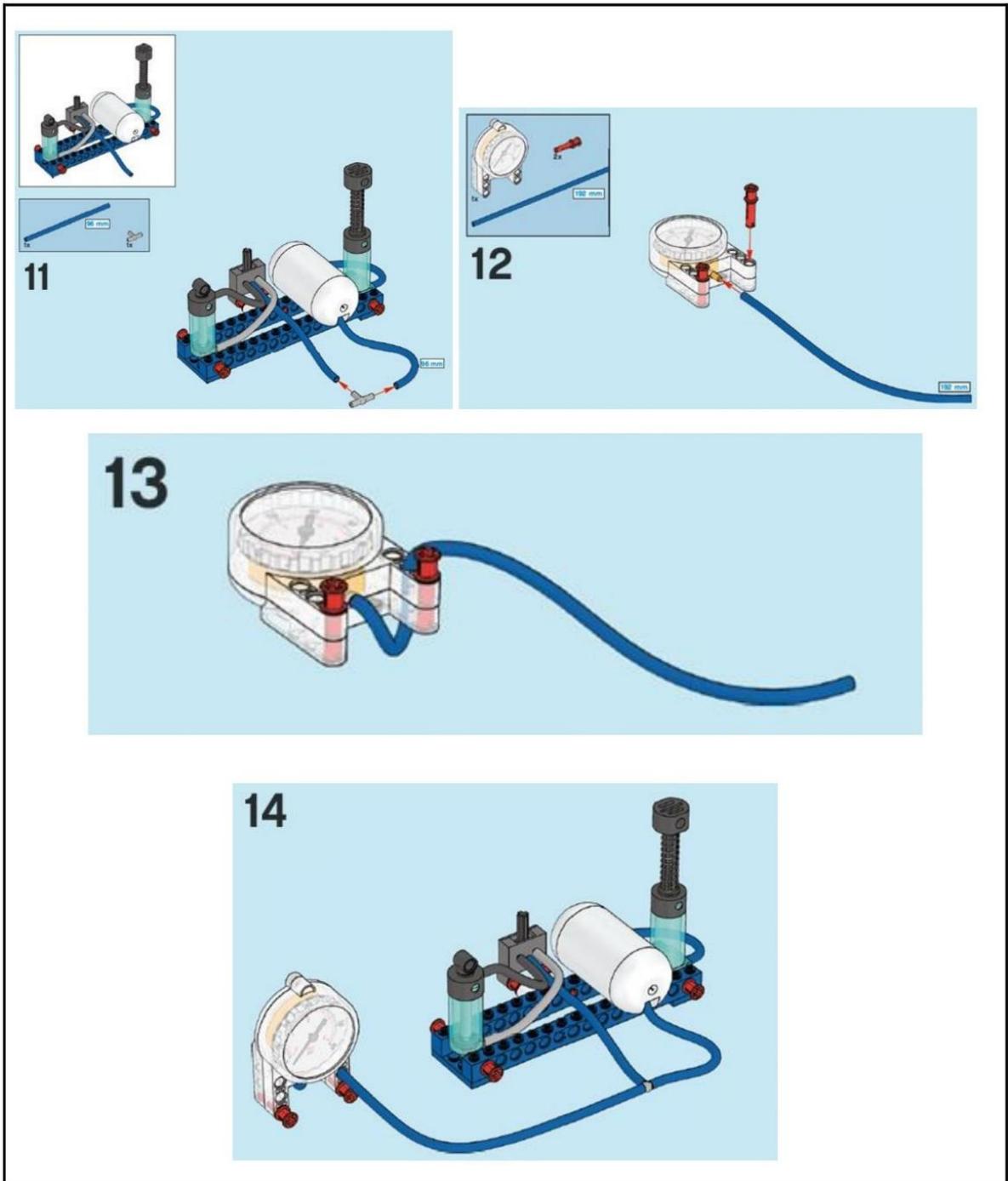
11. ANEXOS

Anexo A: Instrucciones ensamble del producto

Modelo Neumatico









Anexo B:

Cantidad	Elementos Set de Neumática Lego	Imagen
2	370323	
2	370923	
8	4140806	
1	4529334	
4	4529097	
1	4529341	
2	4186017	
1	32523	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 9 de 9

VIGENCIA: 31- 05- 2022

1	4237158	
1	4529099	
1	4529103	
1	4529226	
1	4211508	
1	Manómetro	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 8
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Seminario de Gestión de la Producción	50412435	X
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Control de Calidad			50412435	VII
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
5	JIT-KANBAN	Análisis de Sistemas Productivos usando la Metodología Kanban		3 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar los conceptos JIT y Kanban, con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. En esta lúdica se trabajaron los conceptos asociados a la fluctuación de la demanda de materiales dentro de un proceso, de acuerdo a el sistema de producción utilizado (push and pull), por medio de la implementación de una herramienta de mejora continua, derivada del Lean Manufacturing denominada Kanban, la cual permite controlar el flujo de los materiales y la producción de una forma más eficiente, al reducir los costos de materiales por medio de la optimización de los inventarios y el flujo de proceso dependiendo de la demanda, con el fin de encontrar la mejor solución para satisfacerla en tiempo real. Con esta herramienta, se pretende simular una estrategia pull (jalonamiento) junto con una push (empuje). En el primero de los casos los productos se fabricarán en respuesta a la demanda y en el segundo caso se fabricará con base a lo que se planee o anticipe.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>Todos los procesos de las empresas están encaminados a la optimización de los recursos, por más excelentes que estos parezcan, las empresas siempre deben hacer un seguimiento continuo a sus procesos, analizando paso a paso cada uno de ellos, con el fin de encontrar mejores soluciones a toda oportunidad de mejora que se presente. Hoy en día, se cuenta con una gran cantidad de herramientas y metodologías al alcance de todos, su buena aplicación genera grandes impactos en las empresas, el cual se ve reflejado en la optimización de sus procesos.</p> <p>El Sistema de Producción Toyota (TPS) es una filosofía encaminada a mejorar los procesos de manufactura, se basa principalmente en minimizar aquellas actividades que no agregan valor al producto. (Ruiz, 2007).</p> <p>Dichas actividades fueron denominadas mudas, así, que el primer paso para el desarrollo del TPS consistió en identificar y establecer procedimientos para reducirlas. Éstas mudas eran originadas por el trabajo mecánico o por costumbre y se mantenían ocultas durante el proceso de producción, causando menor eficiencia al trabajo. (Pocorey y Ayabe, 2017).</p> <p>Buscando reducir y eliminar las mudas en el TPS, se aplicaron dos principios el primero de ellos denominado “Just In Time”, el cual se basaba en producir lo necesario, en el momento adecuado y con la cantidad solicitada y el Jidoka, el cual buscaba la automatización del control de calidad. Cada uno de estos</p>				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

principios utilizaba una serie de herramientas de control que buscaban hacer más eficientes los procesos productivos.

Una de estas herramientas era el Kanban, desarrollado por Taiichi Ohno en Toyota en 1947, el cual tenía como objetivo aumentar la productividad y la eficiencia. Mediante el uso de “Kanban” Toyota aumentó la productividad, redujo los costos de inventarios de materia prima, productos intermedios y productos terminados al mismo tiempo. (Hernández y Vizán, 2013).

Para la implementación de Kanban se utilizaba una idea sencilla basada en un sistema para controlar el flujo de material y la producción de acuerdo con el principio “pull”, mediante la utilización de tarjetas incorporadas a los contenedores de material, los cuales tenían como función abastecer en el momento justo con la cantidad necesaria de piezas. Es por esto que Kanban se ha constituido en la principal herramienta para asegurar una alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento adecuado.

3. OBJETIVO

Realizar un análisis de los diferentes sistemas productivos usando como herramienta de apoyo la metodología Kanban, permitiendo observar las diferencias entre el sistema Push and Pull y el uso de contenedores Kanban.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Contenedor Kanban: es un contenedor que se usa para manejar el flujo de material en un sistema de producción. Tiene la misma función que una tarjeta Kanban, la información necesaria es aplicada directamente en el contenedor, el cual se usa para administrar el flujo de materiales.
- Demanda: se refiere a "las cantidades de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado" (Fischer y Espejo, 2004, p.240).
- Kanban: “es un sistema de transmisión de órdenes de producción y órdenes de recogida de materiales y productos de los proveedores y líneas de producción correspondientes dentro de un proceso productivo, en clase, cantidad y momento que precisan” (Cuatrecasas, 2012, p.202).
- Proceso: “Todo conjunto de actividades que desempeña una organización que toma insumos y los transforma en productos, los cuales, en un plano ideal, representan mayor valor para ella que los insumos originales” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.94).
- Producción justo a tiempo: significa “producir lo que se necesita cuando se necesita y no más. Cualquier cantidad que exceda el mínimo requerido se considera un desperdicio, porque se invierte esfuerzo y material en algo que no es necesario en ese momento.” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.407).
- Producto: se define como “un conjunto de atributos tangibles e intangibles que abarcan empaque, color, precio, calidad y marca, más los servicios y la reputación del vendedor; el producto puede ser un bien, un servicio, un lugar, una persona o una idea” (Stanton, Etzel y Walker, 2007, p.248).

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- Sistema push: es “aquella organización de la producción en la que la compra y la fabricación se realiza antes de recibir pedidos de clientes, basándose en previsiones y trabajando contra stocks” (Urquiola, Agüero, Garza y Tamayo, 2016).
- Sistema pull: es “aquella organización de la producción en la que los clientes desencadenan la compra o fabricación” (Urquiola, Agüero, Garza y Tamayo, 2016).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Imagen	Elemento
8		Set mecanismos simples y motorizados Lego (9686)
8		Set mecanismos simples Lego (9689)
8		Set de neumática Lego (9641)

Nota: en la tabla anterior se describen las piezas lego necesarias para fabricar los productos, para esto contarán con diferentes Sets de Lego, donde encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todas presenten el mismo color, lo importante es que todas estén fabricadas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Cantidad	Elementos
5	Formatos para hacer toma de tiempos.
16	Mesas

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

20	Sillas
8	Contenedores Kanban
4	Cronómetros

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
4	Jefes de almacén	Serán los encargados de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos y también se encargarán de tomar tiempos de fabricación del producto.
1-2	Patinadores	Se encargarán de llevar las piezas del almacén a los puestos de trabajo.
2-3	Operarios	Encargados de ensamblar los productos en las estaciones de trabajo.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por cinco (5) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica.* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Sistemas Push, Sistemas Pull y Kanban y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Simulación del Sistema de Producción Push.* El primer problema consiste en fabricar 10 productos, ver modelo del producto en el Anexo A, siendo esta la demanda proyectada para el periodo en cuestión. Los alumnos tendrán los siguientes recursos:

- Tres (3) Mesas (Puestos de trabajo).
- Cinco (5) Sillas.
- Materia prima para producir los diez (10) productos.

Nota: cada equipo contará con 6 Sets de Lego, con los que tendrán que fabricar los productos solicitados. Deben tener en cuenta que en cada Set encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todos los productos presenten el mismo color, lo importante es que todas estén ensambladas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Fase 3: Con los recursos disponibles los estudiantes deberán diseñar la línea de producción. Los equipos se dividirán de la siguiente manera: dos (2) de ellos tomarán el papel de patinadores, uno (1) será el jefe de almacén y dos (2) adoptarán el papel de operarios; propendiendo cumplir con la demanda proyectada de los productos en el menor tiempo posible y con la calidad requerida.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Fase 4: El jefe de almacén entregará a los patinadores las piezas que ellos les soliciten, para esto los estudiantes que tengan este rol tendrán la lista de materiales necesarios para fabricar los 10 productos (ver Anexo B), enseguida llevarán estas piezas de la manera más apropiada a los puestos de trabajo donde los operarios ya deben tener ordenada la línea de ensamblaje, para la posterior fabricación de los productos.

Nota: La línea de ensamblaje de los productos quedará a consideración de cada uno de los equipos. El jefe de almacén se encargará de tomar el tiempo que tarden los operarios en fabricar los productos y anotará los datos en el formato que se encuentra en el Anexo C.

Fase 5: Una vez terminada la simulación del sistema de producción push, los equipos guardarán las piezas en el Set correspondiente, y se prepararán para continuar con la simulación del sistema de producción Pull.

Fase 6: *Simulación del Sistema de Producción Pull utilizando contenedores Kanban.* El segundo problema consiste en cumplir con la demanda de un cliente para la fabricación de diez (10) productos en el menor tiempo posible ver Anexo A, para este problema se contará con los siguientes recursos:

- Cuatro (4) Mesas (Puestos de trabajo).
- Cinco (5) Sillas.
- Materia prima para producir los diez (10) productos.
- Dos (2) contenedores Kanban con su respectiva tarjeta.

Nota: Igualmente para esta simulación cada equipo contará con 6 Sets de Lego, con los que tendrán que fabricar los productos solicitados. Deben tener en cuenta que en cada Set encontrarán la misma pieza, pero en diferentes colores. Así que no es necesario que todos los productos presenten el mismo color, lo importante es que todas estén fabricadas con la misma cantidad de piezas y de la manera correcta.

Fase 7: Con los recursos disponibles los participantes deberán diseñar una línea de producción lo más óptima posible, los equipos tendrán la siguiente distribución: uno (1) de ellos tomará el papel de patinador kanban, uno (1) será el jefe de almacén y los otros tres (3) podrán adoptar el papel de operarios; propendiendo cumplir con la fabricación de los productos en el menor tiempo posible y con la calidad requerida.

Fase 8: El jefe de almacén entregará al patinador kanban las piezas que le soliciten, para esto los estudiantes que tengan este rol tendrán la lista de materiales necesarios para fabricar los 10 productos, aquí utilizarán los contenedores Kanban para transportar las piezas a los puestos de trabajo donde los operarios ya deben tener ordenada la línea de ensamblaje, para la posterior fabricación de los productos.

Fase 9: En este problema los contenedores se utilizan de forma muy similar a las tarjetas Kanban. Sin embargo, en vez de ser tarjetas adheridas a los materiales, el contenedor en el que se guardan se convierte en el Kanban real, es decir, estos se etiquetarán con información similar a las tarjetas ver Anexo D. El patinador Kanban únicamente podrá movilizar de a un contenedor (del puesto de trabajo del jefe de almacén al puesto de trabajo de los operarios) el cual solo podrá contener 10 piezas en cada corrida, una vez el patinador Kanban transporte el contenedor a los puestos de trabajo donde se encuentren los operarios y estos desocupen o liberen el contenedor, este podrá realizar la siguiente corrida hacia el puesto del jefe de almacén, lo hará las veces que sea necesario hasta que se hayan fabricado la cantidad de productos solicitados.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Nota 1: El patinador Kanban debe estar pendiente cada vez que el contenedor que transportó al puesto de trabajo de los operarios se encuentre vacío, ya que de él depende que la línea de ensamble no pare.

Nota 2: Los estudiantes, como ya se mencionó anteriormente deberán cumplir con la demanda del cliente en el menor tiempo posible con un correcto diseño de la línea de ensamble en el cual deberán utilizar los dos (2) contenedores kanban para optimizar la fabricación de los diez (10) productos. El jefe de almacén se encargará de tomar el tiempo que tarden los operarios en fabricar los productos para la segunda simulación y anotará los datos en el formato que se encuentra en el Anexo C.

Fase 10: Una vez los equipos completaron las 2 simulaciones, se dará por finalizada la lúdica. Finalmente los estudiantes expondrán cuáles fueron los secretos para disminuir los tiempos en cada uno de los problemas planteados y el por qué el uso de contenedores Kanban permite una mejor organización de la línea de producción.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 5 alumnos y no exceder los 5 grupos. También debe tener en cuenta que si modifica el número de los grupos debe incrementar o disminuir la cantidad de piezas Lego.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

La lúdica no contará con un ganador, los alumnos al finalizar la práctica expondrán cuáles fueron los secretos para disminuir los tiempos en cada uno de los problemas planteados y el por qué el uso de las tarjetas Kanban permiten una mejor organización de la línea de producción.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de la aplicación de Sistemas Pull, Sistemas Push y tarjetas Kanban, para tener una mejor organización en la línea de producción al igual que la optimización de tiempo al trabajar en equipo y ser organizados en los puestos de trabajo.

10. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. Mc Graw Hall.

Cuatrecasas, L. (2012). Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones. Ediciones Díaz de Santos.

Fischer, L. y Espejo, J. (2004). Mercadotecnia. Mc Graw Hall.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implementación. EOI.

Pocorey, L. y Ayabe, M. (2017) Sistema de producción Toyota (TPS), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. Revista Tecnológica .13 (19). http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322017000100009&lng=es&nrm=iso. ISSN 1729-7532.

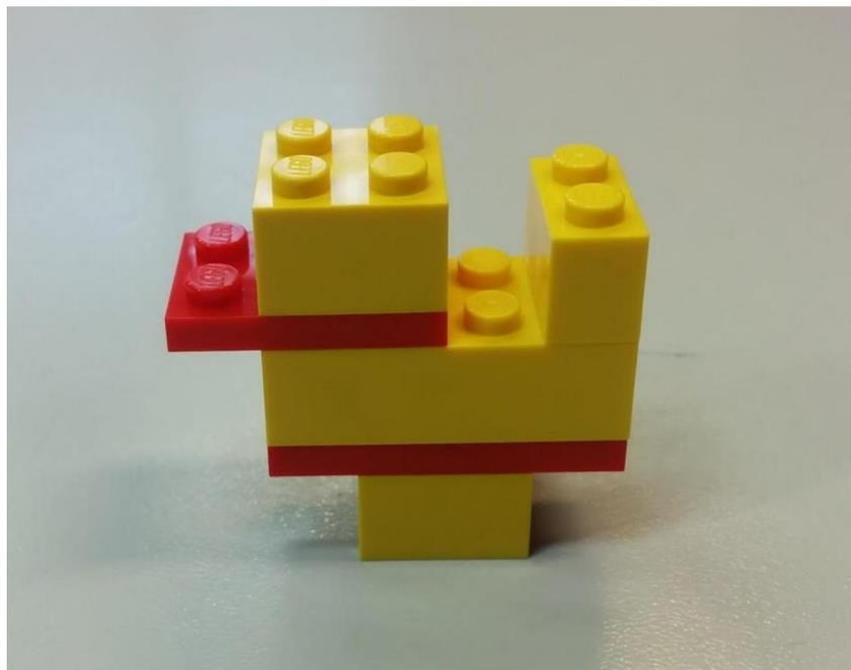
Ruiz, P. (2007). La Gestión de Costes en Lean Manufacturing: cómo Evaluar las Mejoras en Costes en un Sistema Lean. Editorial Netbiblo.

Stanton, W., Etzel, M., y Walker, B. (2007). Fundamentos de Marketing. Mc Graw Hall.

Urquiola, I., Agüero, L., Garza, R. y Tamayo, A. (2016). La clasificación Pull-Push como elemento en la selección de herramientas para la planificación y control de la producción. *CyTA Ciencia y Técnica Administrativa*.15(3). www.cyta.com.ar/ta1503/v15n3a2.htm

11. ANEXOS

Anexo A: Modelo del producto



Anexo B:

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC – 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 8
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cantidad	Imagen
50	
100	
50	
100	

Anexo C: Formato toma de tiempos

	Sistema Push	Sistema Pull
Tiempo de Fabricación (s)		

Anexo D: Contenedores Kanban



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 14
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Gestión Logística	50413305	IX
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Seminario de Gestión de la Producción			50412435	X
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
6	Gestión de la cadena de suministros	La catapulta		2 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de la gestión de la cadena de suministro, con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. En esta lúdica se simulará una cadena de suministros con cinco participantes como lo es el proveedor, productor, distribuidor, minorista y cliente, a través de la cual logran cumplir con la entrega de un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>Según Camacho, Gómez y Monroy (2012), para poder gestionar de una manera efectiva una cadena de suministros, se debe llevar el producto al cliente cómo, cuánto, dónde y cuándo ellos lo requieran. También se debe generar una ventaja competitiva sostenible, considerando las funciones internas, los proveedores y los clientes, esto con el fin de disminuir costos a lo largo de los procesos implicados. Es decir, la cadena de suministro abarca todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes e información asociada desde la fase de materias primas hasta el usuario final.</p> <p>Para las empresas resulta beneficioso tener una adecuada gestión en la cadena de suministros ya que logran aumentar su producción y gracias a la tecnología se permite que se lleven a cabo los procesos más tecnificados y con mayor eficacia. Al tener una adecuada gestión en la cadena de suministros las empresas además de optimizar su productividad, logran mejorar su sistema de inventario, ajustar a sus necesidades el espacio de almacenamiento para productos terminados, esto permite que se eliminen los recursos que se encuentran dañados, también se logra mejorar la capacidad de respuesta en su sistema, es decir, atender las necesidades reales de sus clientes, igualmente las empresas mejoran la relación con distribuidores y vendedores. El objetivo primordial, es que cualquier persona que haga parte de la cadena de suministros de la empresa ya sea, proveedor, intermediario, minorista o productor, pueda acceder a los datos necesarios para tomar mejores decisiones con el fin de aumentar el servicio al cliente.</p> <p>Resulta pertinente llevar a la práctica temas relevantes como lo es la gestión de la cadena de suministros que le permitan al estudiante tener una herramienta que les ayude situarse en un ambiente laboral real, ya que por medio de esta lúdica el estudiante simulará algunos aspectos relacionados con la cadena de suministros que buscan optimizar procesos productivos para lograr los mejores resultados.</p>				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 14
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

3. OBJETIVO

Simular una cadena de suministros, con cada uno de sus participantes, como lo es el proveedor, productor, distribuidor, minorista y cliente, con el fin de entregar un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Cadena de suministros: la cadena de suministros, como su nombre lo indica, es una secuencia de eslabones (procesos), la cual tiene como objetivo principal el satisfacer competitivamente al cliente final; así mismo, cada eslabón produce y elabora una parte del producto y, a su vez, cada producto que es elaborado, agrega valor al proceso (Camacho, Gómez y Monroy, 2012).
- Cliente: “Es la persona, empresa u organización que adquiere o compra de forma voluntaria productos o servicios que necesita o desea para sí mismo, para otra persona u organización; por lo cual, es el motivo principal por el que se crean, producen, fabrican y comercializan productos y servicios” (Thompson, 2009).
- Proceso productivo: “el proceso productivo permite transformar los insumos utilizados en productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes” (Rodríguez, Balestrini, Melean, Balestrini, Rodríguez, 2002).
- Productividad: La productividad es una medida que suele emplearse para conocer qué tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocios (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.28).
- Proveedor: es “una entidad de negocios que suministra a la compañía bienes y/o servicios necesarios para, y utilizados en, la producción de bienes y/o servicios de la compañía” (Carneiro, 2004, p. 121).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos
8	Formatos (ver anexos)

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Proveedor	Será el encargado de proporcionar los sets necesarios para la fabricación de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
4-8	Productores	Serán los encargados de fabricar los productos solicitados.
4	Distribuidores	Distribuyen los productos, actúan de intermediario entre el productor y el minorista
4	Minoristas	Es quien vende los productos a los minoristas, es un intermediario entre distribuidor y cliente.
4	Clientes	Son los encargados de solicitar el producto al minorista.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cuatro (4) equipos cada uno compuesto por cinco (5) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica:* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre gestión de la cadena de suministros y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Planteamiento de la lúdica:* Se va a simular una cadena de suministros. Todas las cadenas de suministro son diferentes, y puede haber varias formas para que una empresa realice y entregue los productos. Sin embargo, esta cadena de suministros contará con cinco (5) participantes, estos son: proveedor, productor, distribuidor, minorista y cliente.

Nota 1: Cada equipo realizará la distribución de la cadena de suministros con sus integrantes como mejor lo considere, pero deben tener en cuenta que el docente asumirá el papel de proveedor de todos los equipos.

Nota 2: Se debe tener en cuenta que la duración total de la cadena de suministros, dependerá del tiempo que el minorista le da al cliente para entregarle los productos, en este se simulará que el tiempo es de 3 días, es por esto que cada participante de la cadena de suministros deberá realizar su función en el menor tiempo posible, con el fin de cumplirle al cliente en la mayor brevedad del caso.

Fase 3: *Puesta en marcha de la cadena de suministros.*

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cliente: El flujo de información es tipo pull, es decir, el cliente es quien va hacer el jalonamiento de la cadena de suministros. De esta manera, el cliente pedirá al minorista 2 catapultas, ver modelo del Anexo A.

Minorista: Los minoristas también almacenan los productos y venden solo una pequeña cantidad a los consumidores. De esta manera el estudiante que tomó el papel de minorista tendrá que revisar en su inventario si cuenta con las 2 catapultas que solicita su cliente, ver Anexo B, de no contar con la cantidad necesaria, solicitará a su distribuidor o mayorista que le haga llegar las catapultas faltantes.

Nota 1: El minorista al revisar su inventario, se da cuenta que no tiene la cantidad del producto que solicita su cliente. Por tal motivo, tiene que llenar el formato del Anexo C, para hacer el pedido del respectivo producto a su distribuidor o mayorista.

Nota 2: Los datos para llenar los formatos, pueden ser inventados, lo real será la referencia, cantidad y modelo del producto.

Distribuidor: o mayorista. Los distribuidores funcionan como un amortiguador para los productores, es decir, almacenan una buena cantidad de mercancía en sus inventarios, y si la demanda aumenta, empiezan a vender de esa mercancía almacenada. Entonces, el productor no sentirá la presión de hacer más en poco tiempo. Pero en este caso, el distribuidor tampoco cuenta con la cantidad y referencia exacta de catapultas que necesita el cliente, es por esto que tendrá que acudir a su productor.

Nota 1: El estudiante que tomó el papel de distribuidor tendrá que solicitar a su productor que le fabrique 2 catapultas, como el modelo del Anexo A.

Productor: El estudiante que tomó el papel de productor para poder fabricar los 2 productos que le solicitaron, tendrá que pedir las piezas a su proveedor.

Nota 1: Luego de solicitar al proveedor los sets necesarios para fabricar las 2 catapultas, el productor organizará su línea de ensamble como lo considere pertinente, con el fin de fabricar los productos solicitados.

Nota 2: El estudiante que asumió el papel de productor, contará con la lista de piezas por cada set (Anexo D) y las instrucciones para fabricar el producto (Anexo E).

Proveedor: Como se mencionó anteriormente, el docente asumirá el papel de proveedor de todos los equipos, para esto tendrá que entregar a cada uno de los estudiantes que tomaron el papel de distribuidor 2 Set de Mecanismos Simples Lego (9689) y a su vez firmará el formato de solicitud de los sets (Anexo F) pedidos por parte de los productores.

Nota: Los datos para llenar los formatos, pueden ser inventados, lo real será la referencia, cantidad y modelo del producto.

Fase 4: Cuando el productor ya tenga fabricadas las 2 catapultas hará contacto con el distribuidor para hacerle saber que ya tiene listo el pedido, de la misma manera el distribuidor se contactará con el minorista para hacerle entrega del pedido, posteriormente el minorista le entregara las 2 catapultas solicitadas a su cliente. Y de esta manera se habrá cumplido con el objetivo, entregar el pedido al cliente.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 14
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022

Nota 1: El equipo ganador es aquel que en su cadena de suministros logre desenvolverse de la mejor manera, cumpliendo con el rol de cada uno de los participantes, para entregar un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 4 alumnos y no exceder los 6 grupos. También debe tener en cuenta que si modifica el número de los grupos debe, cambiar el producto, ya que solo se cuenta con 8 Sets de Mecanismos Simples Lego (9689).
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.
- El docente puede sugerir una nueva configuración en cuanto a los Anexos

8. RESULTADOS

Los estudiantes llenarán los formatos correspondientes para cada fase. Al final solo habrá un equipo ganador y será aquel que en su cadena de suministros logre desenvolverse de la mejor manera, cumpliendo con el rol de cada uno de los participantes, optimizando sus procesos para entregar un producto con las condiciones de calidad indicadas y en el menor tiempo posible.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de una adecuada gestión de la cadena de suministros, ya que en la lúdica se logra simplificar y hacer entender la realidad de muchas empresas. Lograr que cada estudiante asuma un papel dentro de la cadena de suministros, les permite situarse en un ambiente real.

10. BIBLIOGRAFÍA

Camacho, H., Gómez, K. y Monroy, C. (2012). *Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones*. <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP200.pdf>

Carneiro, M. (2004). *La responsabilidad social corporativa interna: la nueva frontera de los Recursos Humanos*. Editorial ESIC.

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. Mc Graw Hall.



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 6 de 14

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

Rodríguez, G., Balestrini, S., Balestrini, S., Meleán, R. y Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. Revista de Ciencias Sociales.8 (1), 135-156. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>

11. ANEXOS

Anexo A: Modelo de la catapulta



Anexo B: Formato inventario del Minorista

Inventario del Minorista			
Código	Descripción		Situación
485679	Brazo robot	12	Disponible
259574	Carrusel	4	Disponible
294853	Catapulta	0	Agotado
395827	Compresor	7	Disponible
495836	Elevador de tijera	0	Agotado
394728	Go Kart	3	Disponible
409284	Mano robot	5	Disponible
405274	Palancas	8	Disponible
509564	Pisos locos	7	Disponible
607895	Polea para barcos	4	Disponible
193456	Poleas	0	Agotado
960382	Prensa de estampado	4	Disponible
245693	Ruedas y Axels	5	Disponible
305943	Turbina de viento	0	Agotado

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

453567	Turbina hidráulica	3	Disponible
765489	Vehículo solar	8	Disponible

Anexo C: Formato de pedido minorista a distribuidor

Formato de pedidos minorista a distribuidor			
Nombre del distribuidor:			
Nombre de la empresa:			
Dirección:		Ciudad:	
Teléfono:		Correo:	
Referencia	Producto	Cantidad	Modelo
294853	Catapulta	2	
Firma Distribuidor:		Fecha	

Anexo D: Lista de piezas

Cantidad	Set de Mecanismos simples 9689	Imagen
4	370221	
15	4121715	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 14
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

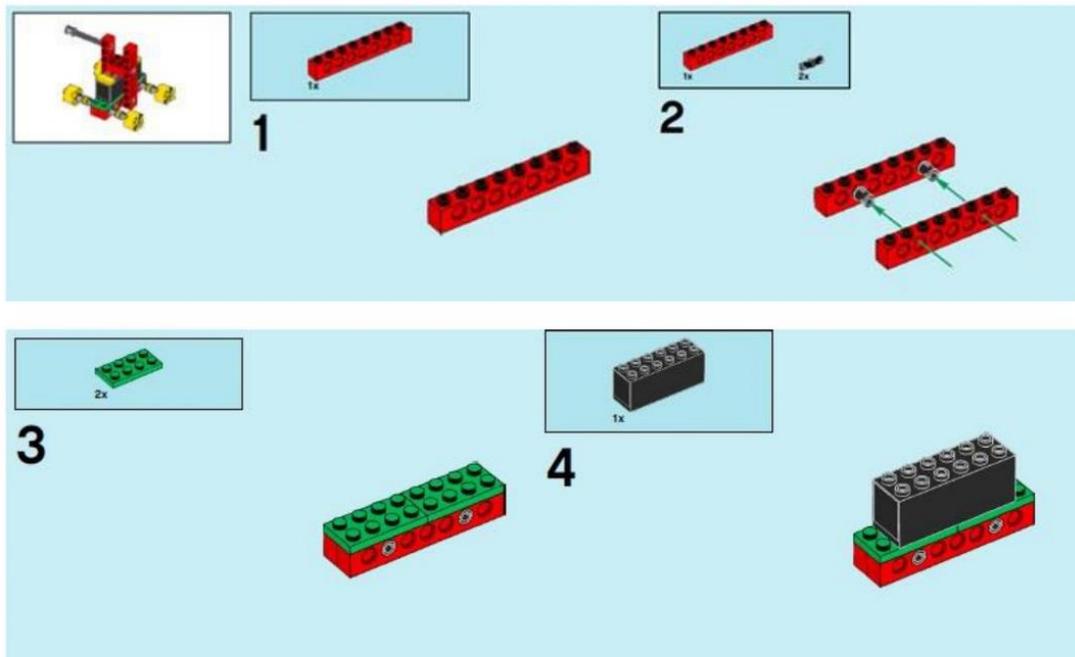
4	302028	
1	73843	
2	306924	
3	370021	
2	373726	
4	4239601	
4	614324	
9	4211622	
1	370626	
2	370321	
2	389421	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 9 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

2	243124	
2	371001	
1	281526	

Anexo E: Instrucciones para fabricar catapultas

Primera parte:





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

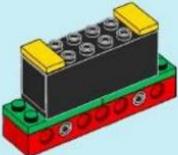
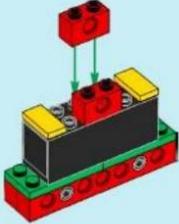
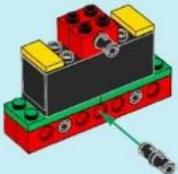
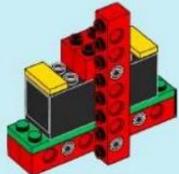
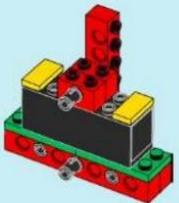
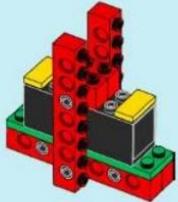
CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 10 de 14

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

 2x	 2x			
5		6		
 2x	 1x			
7		8		
 2x	 1x			
9			10	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

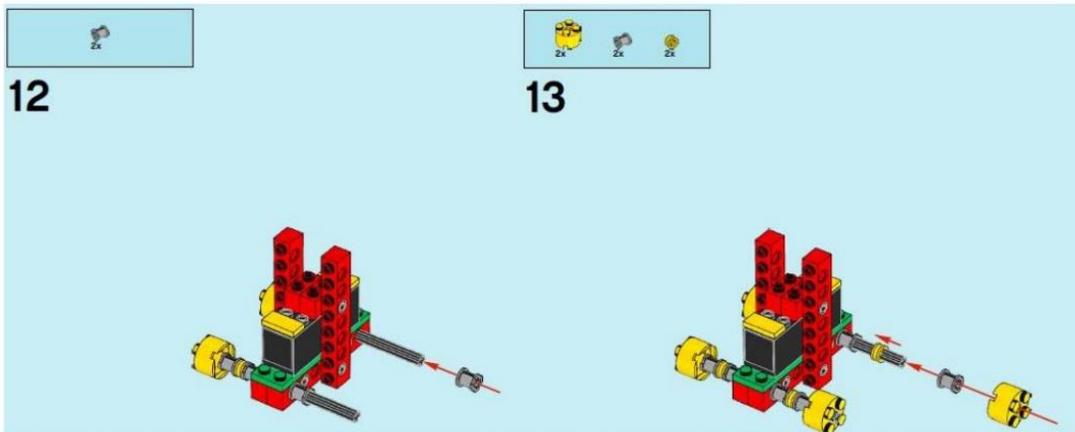
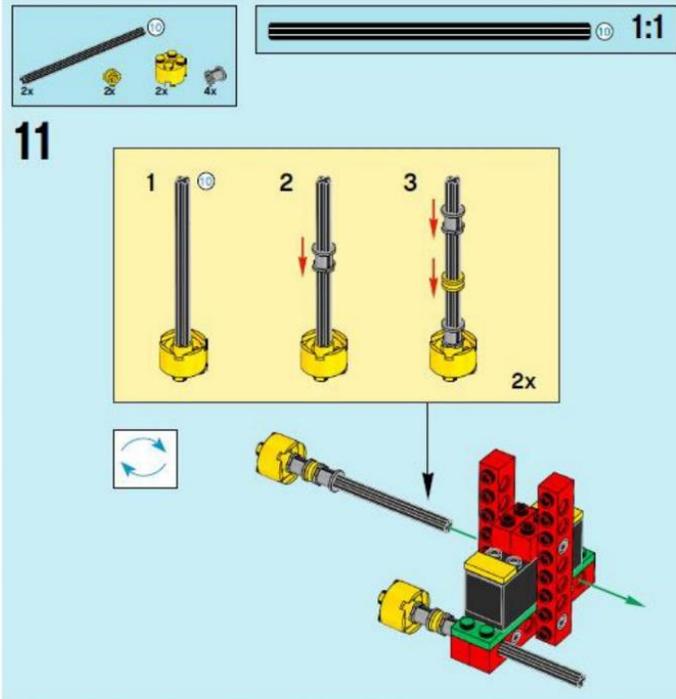
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

CÓDIGO: FO – DOC - 01

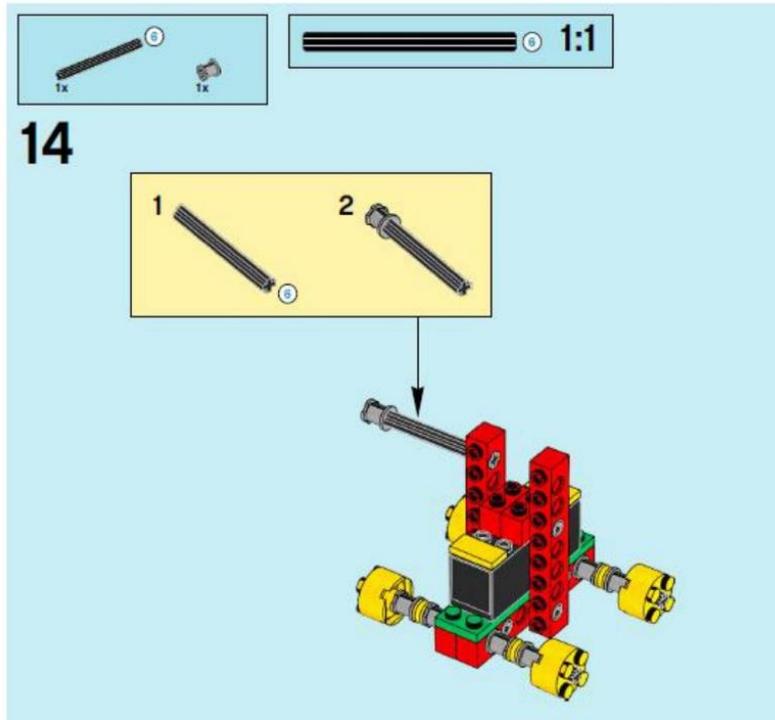
VERSIÓN: 01

PÁGINA: 11 de 14

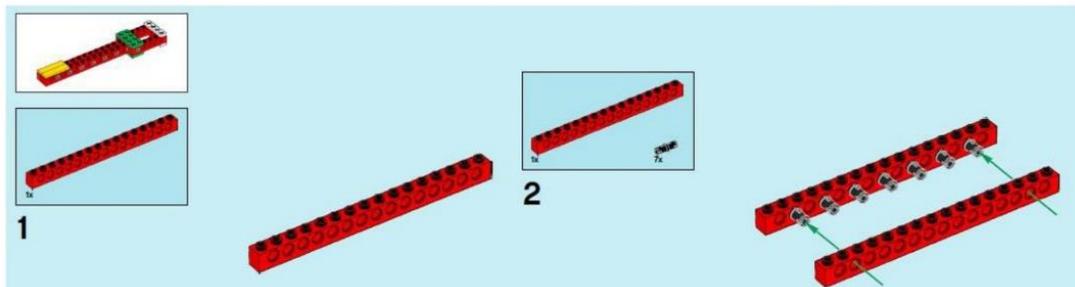
VIGENCIA: 31-05-2022



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 12 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	



Segunda parte:





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

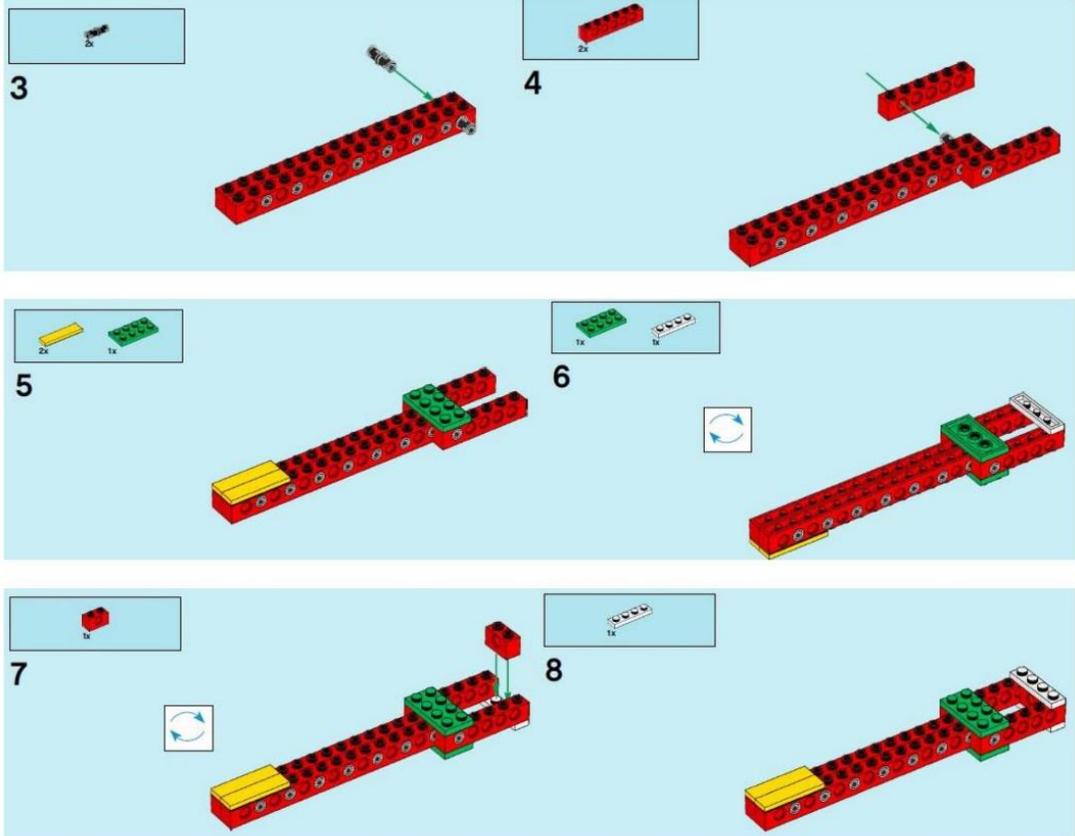
CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

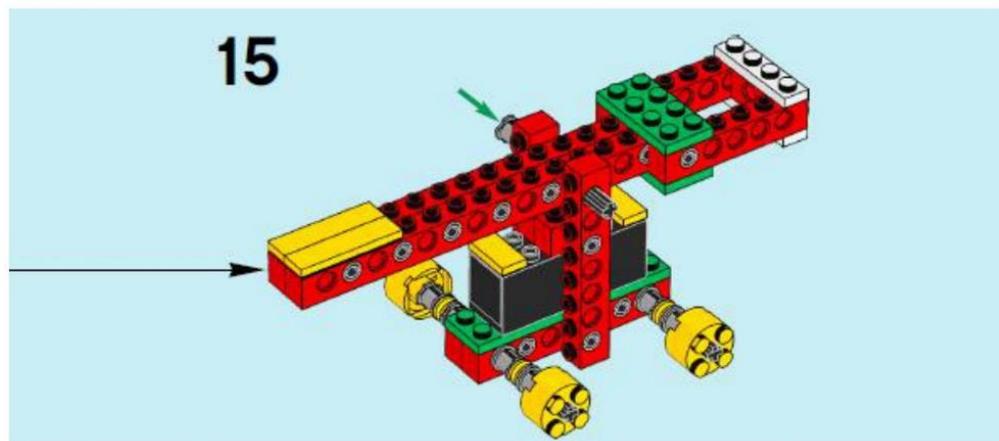
PÁGINA: 13 de 14

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31-05-2022



Unión primera y segunda parte



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 14 de 14
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo F: Formato de pedido productor a proveedor

Formato de pedidos productor a proveedor			
Nombre del productor:			
Nombre del proveedor:			
Dirección:		Ciudad:	
Teléfono:		Correo:	
Referencia	Producto	Cantidad	Modelo
9689	Sets Mecanismos Simples Legó	2	
Firma Proveedor:		Fecha:	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 15
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Investigación de Operaciones I	50413429	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Investigación de Operaciones II Modelos Matemáticos			50413430 50413431	VII VIII
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
7	Modelo de Transporte	Modelo de transporte de la fábrica de perfumes		3 Horas

1. RESUMEN

Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial al simular un modelo de transporte, con el fin de proporcionar un instrumento que permita solucionar un problema de programación lineal, al optimizar el transporte de x cantidad de bienes a y cantidad de destinos, por medio de la minimización de costos o la maximización de la utilidad. También se realizara el desarrollo del ejercicio por varios métodos como el de la esquina noroeste, costo mínimo y de Vogel, para así realizar comparaciones de las diversas técnicas de solución para el problema del transporte.

2. INTRODUCCIÓN

Los Ingenieros Industriales hoy en día deben ser capaces de utilizar el método científico para formular modelos matemáticos que permitan explorar y solucionar diferentes problemas que se encuentran inmersos en el ámbito profesional; uno de los problemas más comunes es el de la toma de decisiones con el fin de lograr optimizar los recursos disponibles en una organización y para ayudar a la resolución de estos problemas surge la Investigación de Operaciones la cual brinda diferentes métodos y herramientas.

Los orígenes de la Investigación de Operaciones se remonta a la Segunda Guerra Mundial, cuando en medio del conflicto se crearon diversos métodos y softwares que permitían interpretar, comparar y analizar diversas alternativas a fin de realizar la mejor asignación posible de los recursos disponibles para la guerra (comida, municiones, soldados, entre otros). Luego de la guerra las organizaciones se dieron cuenta que podían utilizar estos modelos no solo para optimizar los recursos de la guerra, sino para optimizar los recursos de las organizaciones, las cuales día a día se componen de estructuras mucho más complejas y por lo tanto es mucho más difícil realizar una adecuada asignación de recursos a todas las actividades de una empresa de manera eficiente.

El entender y aprender a manejar la incertidumbre asociada a la toma de decisiones es fundamental para todo Ingeniero Industrial, es por esto que la Investigación de Operaciones brinda varias técnicas cuantitativas que permiten analizar la información y a partir de esta evaluar y justificar la mejor solución.

Uno de los modelos más comunes y de más aplicación es el de transporte, los problemas que se resuelven a través de su aplicación son aquellos que permiten determinar la manera óptima de

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01 PÁGINA: 2 de 15
			VIGENCIA: 31- 05- 2022

transportar bienes. Sin embargo, algunas de sus aplicaciones importantes también se pueden asociar a la programación de la producción, de las operaciones, de los inventarios y la asignación de elementos los cuales en realidad no tienen nada que ver con el transporte. El problema de transporte básicamente busca satisfacer los requerimientos de un destino a través del transporte de elementos desde un punto de origen hasta este punto con el mínimo de costos.

3. OBJETIVO

Simular un modelo de transporte con el fin de optimizar el transporte de x cantidad de bienes a y cantidad de destinos, por medio de la minimización de costos.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Investigación de Operaciones es “la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetos de toda la organización” (Prawda, 2004, p.20)
- Programación lineal “se refiere a varias técnicas matemáticas utilizadas para asignar, en forma óptima, los recursos limitados a distintas demandas que compiten por ellos. Es el enfoque más popular de las técnicas matemáticas para la optimización”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2005. p.37)
- El método de transporte es un tipo de método especial de la programación lineal en el cual hay m orígenes y n destinos, cada uno representado por un nodo. Los arcos representan las rutas que unen los orígenes con los destinos. En el cual se tiene en cuenta el costo de transporte por unidad y la cantidad transportada. El objetivo del modelo es minimizar el costo de transporte total al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones de la oferta y la demanda. (Taha, 2003, p.176)
- Método esquina noroeste: Es un método mediante el cual se solucionan problemas de transporte, en el cual “la primera elección es x_{11} , es decir, se comienza en la esquina noroeste de la matriz de transporte”. (Hillier, 2015, p.338)
- Método costo mínimo: Es un método mediante el cual se solucionan problemas de transporte, en el cual “se determina una mejor solución inicial al concentrarse en las rutas más económicas. Asigna lo más posible a la celda con el costo unitario mínimo”. (Taha, 2003, p.189)
- Método Voguel: Es un método para obtener una solución inicial básica factible de un problema de transporte en el cual se construye una matriz de costos, la cual se soluciona teniendo en cuenta la diferencia para cada renglón y columna que queda bajo consideración, que se define como la diferencia aritmética entre el costo unitario más pequeño y el que le sigue de los que quedan en ese renglón o columna”. (Prawda, 2004, p.266)

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 15
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

• **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
6	Mecanismos Simples de Lego	
6	Mecanismos Simples y Motorizados	

Cantidad	Elementos
6	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
6	Computadores.
6	Reglas o metros.
6	Mapas de Colombia.
Indeterminada	Marcadores de colores.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
6	Líder de Investigación de Operaciones	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares
18	Auxiliares de Investigación de Operaciones	Servirán como apoyo a el Líder y ayudarán a elaborar los cálculos

Nota: Los recursos materiales y humanos anteriormente descritos son los necesarios para los seis (6) equipos.



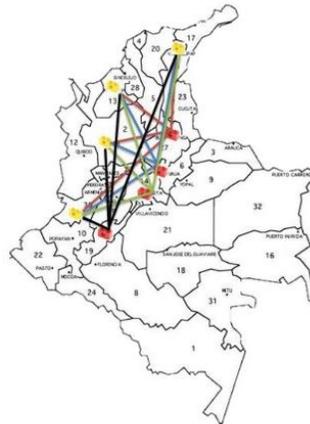
6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para seis (6) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el modelo de transporte y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada grupo trabaja como un equipo de Investigación de Operaciones, los cuales laboran para una empresa productora de perfumes en Colombia, esta dispone de cuatro plantas de producción para satisfacer la demanda diaria en cuatro ciudades. Las plantas 1, 2, 3 y 4 pueden satisfacer 160, 60, 120 y 90 unidades de perfumes al día respectivamente. Las necesidades de las ciudades A, B, C y D son de 140, 80, 140 y 70 unidades de perfumes al día respectivamente. Los costos asociados al envío del producto de cada planta y cada ciudad se detallaran más adelante.

Fase 3: Determinación de plantas y centros de distribución: A cada equipo se le entregara un mapa de Colombia (ver Anexo A) en un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm), este mapa se encuentra dividido por departamentos con su respectiva ciudad capital, los estudiantes libremente escogerán cuatro (4) de las capitales del país como los lugares de origen donde estarán ubicadas las plantas de producción, también escogerán otras cuatro (4) capitales diferentes como las ciudades de destino de los perfumes. Luego procederán con ayuda de las fichas de Lego a armar las plantas y los centros de destino para colocarlos sobre el mapa en las ciudades escogidas como se muestra en el siguiente ejemplo:



Nota 1: Las ciudades de origen y destino escogidas deben ser escritas en el formato del Anexo B en el cual se anotaran los resultados de la lúdica.

Nota 2: Para el armado de las plantas y los centros de destino cada grupo contará con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, los diseños de las serán elaborados como crean pertinente cada equipo.

Fase 4: Determinación de costos asociados al envío: Luego de situar sobre el mapa las plantas de producción y los centros de destino se procederá a marcar sobre el mapa las conexiones de cada una de

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 15
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

las plantas con cada uno de los centros de envío con ayuda de los marcadores de colores, simulando los diagramas utilizados para visualizar estos problemas. Seguidamente con ayuda de una regla o metro nos dispondremos a medir cada una de las distancias sobre el mapa, por ejemplo la distancia que hay entre la planta de producción 1 y la ciudad de destino A, cada centímetro de distancia equivale a \$ 0,4 es decir si de la planta de producción 1 a la ciudad de destino A se midieron 50 cm el costo asociado a el envío es de \$ 20

Nota: Las distancias halladas y costos calculados deben ser escritas en el formato del Anexo B en la sección de costos asociados al envío.

Fase 5: Planteamiento y solución del modelo por programación lineal: Después de hallar todos los datos se procederá a plantear la función objetivo y las restricciones del modelo de programación lineal, luego de esto con ayuda de un computador portátil en el software de preferencia (solver, POM QM, entre otros) se dará solución al ejercicio.

Nota: El planteamiento del problema y el resultado deberán ser escritos en el formato del Anexo B.

Fase 6: Solución con ayuda de otros métodos: Ahora se procederá a hallar la solución al problema por los métodos de la esquina noroeste, costo mínimo y de Vogel.

Nota: Los resultados de cada método deberán ser escritos en el formato del Anexo B en la sección de solución por otros métodos

Fase 7: Comparación de resultados: Después de tener todo los resultados diga según su opinión cuál de los 4 modelos brindo la mejor optimización, al permitir satisfacer las necesidades de todas las ciudades con el mínimo de costos asociados al transporte.

Nota: Diligencie estas conclusiones en el Anexo B.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, pero para esto debe tener en cuenta la cantidad de Sets con los que se cuenta.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

- Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo de la lúdica a través de la solución del formato en el Anexo B.
- Los resultados de cada equipo van a ser diferentes ya que la lúdica deja a libre elección la escogencia de las ciudades por lo tanto los costos varían, se muestra en el Anexo C la solución de un ejercicio propuesto.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 15
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cómo funciona el modelo de transporte al ser capaces de optimizar los recurso, al minimizar los costos asociados al transporte por medio de la implementación de varios métodos de solución.

10. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. McGraw-Hill.

Heizer, J., Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones (7ª Edición)*. Pearson Educación.

Hillier, F. (2015). *Investigación de operaciones (10a. ed.)*. McGraw-Hill

[Mapa de Colombia]. Recuperado de: <https://books.openedition.org/ifea/docannexe/image/3263/img-2.jpg>

Prawda, J. (2004). *Métodos y modelos de investigación de operaciones*. Editorial Limusa.

Taha, H. (2003). *Investigación De Operaciones (9ª Edición)*. Pearson Educación.



11. ANEXOS

Anexo A: Mapa de Colombia para imprimir en formato de un pliego (100cm x 70 cm)



[Mapa de Colombia]. Recuperado de: <https://books.openedition.org/ifea/docannexe/image/3263/img-2.jpg>



Anexo B: Formato de Resultados

MÉTODO DE TRANSPORTE

- DETERMINACIÓN DE PLANTAS Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

PLANTA	CIUDAD
1	
2	
3	
4	

CIUDADES DE DESTINO	CIUDAD
A	
B	
C	
D	

- DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL ENVIÓ
- Centímetros desde las plantas a las ciudades de destino.

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1				
Planta 2				
Planta 3				
Planta 4				

- Estimación de costos: Recuerde que cada centímetro de distancia equivale a \$ 0,4

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1				
Planta 2				
Planta 3				
Planta 4				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 9 de 15
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DEL MODELO POR PROGRAMACIÓN LINEAL

- Función Objetivo:

- Restricciones:

- Solución óptima:

- SOLUCIÓN CON OTROS MÉTODOS:

- Esquina noroeste

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 10 de 15
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

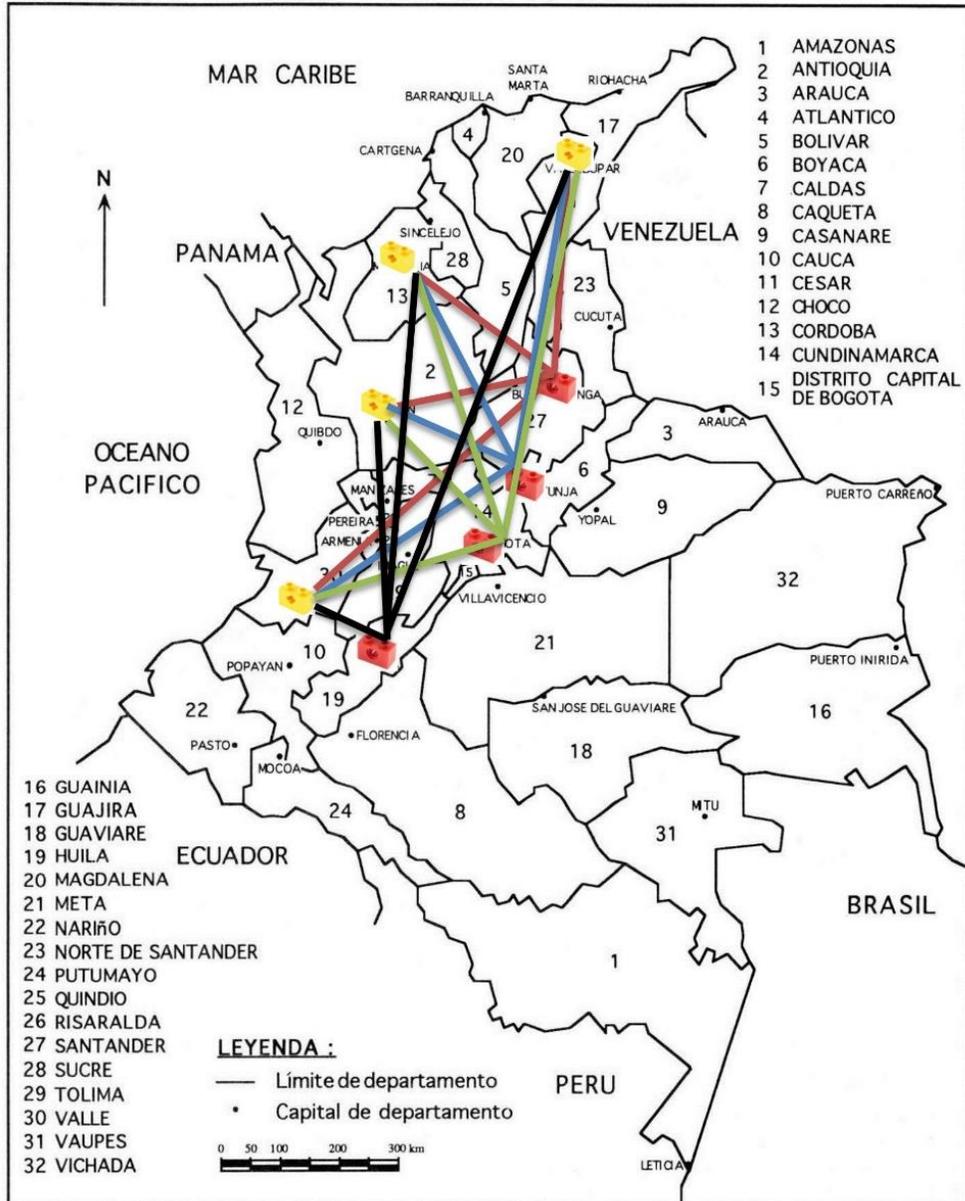
- Costo mínimo

- Vogel.

• COMPARACIONES Y CONCLUSIONES



Anexo C: Solución de ejercicio propuesto



[Mapa de Colombia]. Recuperado de: <https://books.openedition.org/ifea/docannexe/image/3263/img-2.jpg>

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 12 de 15
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

MÉTODO DE TRANSPORTE

- DETERMINACIÓN DE PLANTAS Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN

PLANTA	CIUDAD
1	Neiva
2	Bogotá
3	Tunja
4	Bucaramanga

CIUDADES DE DESTINO	CIUDAD
A	Valledupar
B	Montería
C	Medellín
D	Cali

- DETERMINACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS AL ENVIÓ

- Centímetros desde las plantas a las ciudades de destino.

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1	60 cm	40cm	30cm	10cm
Planta 2	40cm	35cm	30cm	30cm
Planta 3	35cm	25cm	15cm	25cm
Planta 4	20cm	15cm	15cm	45cm

- Estimación de costos: Recuerde que cada centímetro de distancia equivale a \$ 0,4

	Ciudad A	Ciudad B	Ciudad C	Ciudad D
Planta 1	\$ 24	\$ 16	\$ 12	\$ 4
Planta 2	\$ 16	\$ 14	\$ 12	\$ 12
Planta 3	\$14	\$ 10	\$ 6	\$ 10
Planta 4	\$ 8	\$ 6	\$ 6	\$ 18

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 13 de 15
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DEL MODELO POR PROGRAMACIÓN LINEAL

- Variables:

X_{ij} = cantidad de perfumes enviados diariamente desde la planta i hasta el destino j
 $i = \{1, 2, 3, 4\}$ $j = \{A, B, C, D\}$

- Función Objetivo:

$$Z_{\text{MINIMIZAR}} = 24 X_{1,A} + 16X_{1,B} + 12X_{1,C} + 4X_{1,D} + 16X_{2,A} + 14X_{2,B} + 12X_{2,C} + 12X_{2,D} + 14X_{3,A} + 10X_{3,B} + 6X_{3,C} + 10X_{3,D} + 8X_{4,A} + 6X_{4,B} + 6X_{4,C} + 18X_{4,D}$$

- Restricciones:

De capacidad:

$$X_{1,A} + X_{1,B} + X_{1,C} + X_{1,D} \leq 160$$

$$X_{2,A} + X_{2,B} + X_{2,C} + X_{2,D} \leq 60$$

$$X_{3,A} + X_{3,B} + X_{3,C} + X_{3,D} \leq 120$$

$$X_{4,A} + X_{4,B} + X_{4,C} + X_{4,D} \leq 90$$

De demanda:

$$X_{1,A} + X_{2,A} + X_{3,A} + X_{4,A} \geq 140$$

$$X_{1,B} + X_{2,B} + X_{3,B} + X_{4,B} \geq 80$$

$$X_{1,C} + X_{2,C} + X_{3,C} + X_{4,C} \geq 140$$

$$X_{1,D} + X_{2,D} + X_{3,D} + X_{4,D} \geq 70$$

- Solución óptima: Con Solver

$X_{1,A}$	$X_{1,B}$	$X_{1,C}$	$X_{1,D}$	$X_{2,A}$	$X_{2,B}$	$X_{2,C}$	$X_{2,D}$	$X_{3,A}$	$X_{3,B}$	$X_{3,C}$	$X_{3,D}$	$X_{4,A}$	$X_{4,B}$	$X_{4,C}$	$X_{4,D}$	Z
0	0	90	70	50	10	0	0	0	70	50	0	90	0	0	0	4020
24,00	16,00	12,00	4,00	16,00	14,00	12,00	12,00	14,00	10,00	6,00	10,00	8,00	6,00	6,00	18,00	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 14 de 15

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

• SOLUCIÓN CON OTROS MÉTODOS:

- Esquina noroeste

	Ciudad A		Ciudad B		Ciudad C		Ciudad D		Maximo Unidades Disponibles
Planta 1	140	24	20	16		12		4	160
Planta 2		16	60	14		12		12	60
Planta 3		14		10	120	6		10	120
Planta 4		8		6	20	6	70	18	90
Total	140		80		140		70		430

$X_{1,A}$	$X_{1,B}$	$X_{1,C}$	$X_{1,D}$	$X_{2,A}$	$X_{2,B}$	$X_{2,C}$	$X_{2,D}$	$X_{3,A}$	$X_{3,B}$	$X_{3,C}$	$X_{3,D}$	$X_{4,A}$	$X_{4,B}$	$X_{4,C}$	$X_{4,D}$	Costo
140	20	0	0	0	60	0	0	0	0	120	0	0	0	20	70	6620
24,00	16,00	12,00	4,00	16,00	14,00	12,00	12,00	14,00	10,00	6,00	10,00	8,00	6,00	6,00	18,00	

- Costo mínimo

	Ciudad A		Ciudad B		Ciudad C		Ciudad D		Maximo Unidades Disponibles
Planta 1	90	24		16		12	70	4	160
Planta 2	50	16		14	10	12		12	60
Planta 3		14		10	120	6		10	120
Planta 4		8	80	6	10	6		18	90
Total	140		80		140		70		430

$X_{1,A}$	$X_{1,B}$	$X_{1,C}$	$X_{1,D}$	$X_{2,A}$	$X_{2,B}$	$X_{2,C}$	$X_{2,D}$	$X_{3,A}$	$X_{3,B}$	$X_{3,C}$	$X_{3,D}$	$X_{4,A}$	$X_{4,B}$	$X_{4,C}$	$X_{4,D}$	Costo
90	0	0	70	50	0	10	0	0	0	120	0	0	80	10	0	4620
24,00	16,00	12,00	4,00	16,00	14,00	12,00	12,00	14,00	10,00	6,00	10,00	8,00	6,00	6,00	18,00	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 15 de 15
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31-05-2022	

- Vogel.

Ciudad A		Ciudad B		Ciudad C		Ciudad D		Maximo Unidades Disponibles
	24	70	16	20	12	70	4	160
50	16	10	14		12		12	60
	14		10	120	6		10	120
90	8		6		6		18	90
140		80		140		70		430

$X_{1,A}$	$X_{1,B}$	$X_{1,C}$	$X_{1,D}$	$X_{2,A}$	$X_{2,B}$	$X_{2,C}$	$X_{2,D}$	$X_{3,A}$	$X_{3,B}$	$X_{3,C}$	$X_{3,D}$	$X_{4,A}$	$X_{4,B}$	$X_{4,C}$	$X_{4,D}$	Costo
0	70	20	70	50	10	0	0	0	0	120	0	90	0	0	0	4020
24,00	16,00	12,00	4,00	16,00	14,00	12,00	12,00	14,00	10,00	6,00	10,00	8,00	6,00	6,00	18,00	

- COMPARACIONES Y CONCLUSIONES

Se observa que el método por programación lineal y de Vogel dio la misma solución y la más óptima con un valor de \$4.020.

Por el método de la esquina noroeste se observa un mayor costo de optimización de \$6620, seguido por el método del costo mínimo con un costo de \$4620

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 13
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Investigación de Operaciones II	50413430	VII
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Investigación de Operaciones I Modelos Matemáticos			50413429 50413431	VI VIII
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
8	Teoría de Colas	Línea de espera para el mantenimiento de automóviles		3 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de teoría de colas o líneas de espera, con el fin de proporcionar un instrumento que permita comprenderlas y administrarlas de forma correcta; por medio de la utilización de modelos de probabilidad que permiten estimar la distribución de las llegadas y el tiempo de servicio en un sistema (en este caso las reparaciones efectuadas a los automóviles de una empresa que brinda servicios de alquiler) y así de esta manera realizar la simulación de la línea de espera con el objetivo de ejecutar mejoras en la planificación de la capacidad.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>La teoría de colas o líneas de espera es uno de los temas fundamentales de la Investigación de Operaciones, debido a las soluciones que esta ofrece a una única problemática que se ve en múltiples contextos de la vida cotidiana y que son las colas o filas, algunos ejemplos de donde se ve este fenómeno son: en los banco, los supermercados, el tráfico de la ciudad, la atención en los hospitales, la reparación de máquinas e inclusive en las industrias es decir, en cualquier situación en la que cierta cantidad de clientes llegan en búsqueda de la prestación de un servicio, los cuales por lo general tienen que esperar si el servicio no es prestado inmediatamente y abandonan el sistema cuando han sido atendidos, las colas por lo general se forman cuando el tiempo de atención es mayor al tiempo entre llegadas.</p> <p>Para resolver los problemas de teoría de colas se debe tener en cuenta que tipo de población es con la que se va a tratar, si son poblaciones con fuentes finitas (en las cuales hay un número limitado de clientes y el servidor va al cliente) o con fuentes infinitas (en las cuales el número es mayor de 30 y los clientes van al servidor). También se debe tener presente si son casos donde se trabajan modelos con un solo servidor o con múltiples servidores.</p> <p>Por lo general los tiempos de las líneas de espera o colas generan costos inherentes a estas, es por esto que por medio de la implementación de esta teoría se busca administrar y equilibrar el costo de ofrecer un buen servicio y el costo de espera en la cola.</p>				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 13
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022

3. OBJETIVO

Simular un sistema de colas o líneas de espera (en este caso las reparaciones efectuadas a los automóviles de una empresa que brinda servicios de alquiler), con el fin de lograr hacer la mejor planificación de la capacidad al equilibrar los costos entre ofrecer un buen servicio y el costo de espera en la cola.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Cola o línea de espera: “Es una hilera formada por uno o varios clientes que aguardan para recibir un servicio. Los clientes pueden ser personas, maquinas, objetos, entre otros, que están a punto de ser utilizados” (Carro y Gonzales, 2015, p.1).
- El sistema de filas: “Incluye tres componentes básicos: el primero la población fuente y la forma en que los clientes llegan al sistema, el segundo los sistemas para brindar el servicio, y el tercero la cantidad de clientes que salen del sistema” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.296).
- Tasa de llegadas: El número esperado de clientes que llegan dentro de un intervalo de tiempo. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.296).
- Distribución exponencial: Es La probabilidad de una distribución que suele estar asociada a los tiempos entre llegadas. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.296).
- Distribución de Poisson: Es La probabilidad de una distribución que se suele utilizar para describir el número de llegadas dentro de un periodo dado. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.296).
- Capacidad del sistema: Es del número de unidades que puede procesar un sistema dentro de un intervalo de tiempo. (Carro y Gonzales, 2015, p.15).

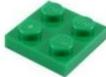
5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
2	370221	
2	4121715	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 13
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

2	370021	
1	370901	
2	302301	
2	4527947	
1	4560177	
1	4173666	
3	4239601	
1	4211434	
1	300121	
1	302228	
4	281526	
2	4186017	
4	4494222	
2	4526983	
1	4211805	

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 13
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Nota: Las cantidades de los materiales anteriormente descritos son para el ensamblado de 1 automóvil.

Cantidad	Elementos
3	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
2	Trabajador de Mantenimiento	Será la persona encargada de hacer el mantenimiento del automóvil, al identificar las partes faltantes y hacer las correcciones pertinentes.
5	Clientes	El cual llega al sistema es decir a donde el trabajador para que le hagan el mantenimiento a su automóvil.
1	Analistas	Sera el encargado de tomar el tiempo en que el servidor se demora haciendo la atención y es el encargado de realizar los cálculos.

Nota: Los recursos humanos anteriormente descritos son los necesarios para un (1) equipo.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para tres (3) equipos cada uno compuesto por ocho (8) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre la teoría de colas o líneas de espera y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que presta servicios de alquiler de automóviles, muchas veces después de prestado el servicio los automóviles llegan con averías, por lo cual se afronta el problema constante de repararlos. Los automóviles se descomponen a un promedio de 3 cada 20 minutos y las descomposturas están distribuidas en forma de Poisson. Un trabajador puede dar servicio a un automóvil a un ritmo promedio de 4 cada 20 minutos distribuidas exponencialmente.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 13
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Fase 3: Realización de cálculos: A continuación se elegirá un (1) integrante del equipo quien será el analista y deberá con los datos anteriores realizar los siguientes cálculos:

- La utilización del sistema o la congestión del sistema.
- Numero promedio de clientes en la cola o fila.
- Número de clientes promedio en el sistema.
- Tiempo de espera en la cola o fila.
- Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema.

Nota: Para la realización de estos cálculos se pueden apoyar en el Anexo A donde se encuentran las formulas y los resultados deberán ser diligenciados en el formato del Anexo B.

Fase 4: Preparación de los clientes: Al mismo tiempo en que el analista está desarrollando los cálculos indicados en la fase anterior, cinco (5) de los integrantes del grupo simularan de clientes los cuales deberán realizar el ensamblado de su respectivo automóvil.

Nota: Cada uno de los clientes deberán ensamblar el automóvil con una ficha faltante y diferente en cada caso, para realizar la simulación de las reparaciones. Si la cantidad de Sets de Mecanismo Simples de Lego no son suficientes cuando el primer cliente salga del sistema le pasara el carro al cliente que no tenga para que haga el mismo procedimiento de quitarle una pieza. Para el ensamble los clientes tendrán de apoyo el Anexo C el cual muestra el instructivo de ensamble propuesto por Lego.

Fase 5: Simulación del sistema: Cada uno de los equipos deberá simular el funcionamiento del sistema de mantenimiento de los vehículos, para lo cual debe tener en cuenta que los automóviles se descomponen a un promedio de 3 cada 20 minutos, pero para determinar el tiempo promedio de servicio se tendrá en la cola cinco (5) clientes, también se escogerán dos (2) integrantes que serán los trabajadores de mantenimiento quienes se encargaran de hallar la pieza faltante y realizar la mayor cantidad de reparaciones posibles de automóviles en un tiempo de 20 minutos, para esto los trabajadores de mantenimiento tendrán de apoyo el Anexo C el cual muestra el instructivo de ensamble propuesto por Lego.

Nota: Se realizaran dos (2) corridas cada una de 20 minutos, en cada una se trabajara solamente con un (1) trabajador de mantenimiento por lo cual se turnaran para realizar su respectiva corrida, el tiempo será cronometrado por el analista, con los datos hallados en estas se determinara la cantidad promedio de automóviles que puede reparar un (1) trabajador de mantenimiento en 20 minutos. Los resultados hallados se deben diligenciar en el mismo formato del Anexo B.

Fase 6: Realización de nuevos cálculos: Después de determinar los datos anteriores el analista deberá con los datos nuevos realizar otra vez los siguientes cálculos:

- La utilización del sistema o la congestión del sistema
- Numero promedio de clientes en la cola o fila
- Número de clientes promedio en el sistema
- Tiempo de espera en la cola o fila
- Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 13
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Ahora haga una comparación entre los datos hallados anteriormente teóricamente y los nuevos datos hallados por medio de la simulación.

Nota: Para la realización de estos cálculos se puede apoyar en el Anexo A donde se encuentran las formulas y los resultados deberán ser diligenciados en el formato del Anexo B.

Fase 7: Determinación de costos: Ahora supongamos que el tiempo que los automóviles están parados le cuesta a la compañía \$ 25.000 cada 20 minutos por unidad y cada trabajador de mantenimiento gana \$ 4.000 cada 20 minutos. Un trabajador puede dar servicio a los automóviles a un ritmo promedio de (4) cuatro cada 20 minutos; dos trabajadores que trabajan juntos pueden dar servicio a (7) siete cada 20 minutos y un equipo de tres trabajadores puede dar servicio a (8) ocho cada 20 minutos, distribuidos exponencialmente. Determine cuál es el tamaño óptimo del equipo de mantenimiento para dar servicio a los automóviles. Los resultados deberán ser diligenciados en el formato del Anexo B.

Nota: El equipo ganador será aquel que termine primero el ejercicio y determine correctamente la mejor forma de planificar la capacidad.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, pero para esto debe tener en cuenta la cantidad de Sets de Mecanismos Simples de Lego con los que se cuenta.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

- Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo de la lúdica como por ejemplo la comparación de los resultados entre el modelo planteado teóricamente y el modelo simulado. También los resultados sobre el tamaño del equipo optimo de mantenimiento.
- Los resultados de las operaciones se encuentran en el Anexo D.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia de aprender a administrar los sistemas de colas o líneas de espera ya que estos permiten hacer una mejor planificación de la capacidad al equilibrar el costo de la espera con el costo de añadir más recursos para ofrecer un buen servicio.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 13
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

10. BIBLIOGRAFÍA

Carro, R y Gonzales, D. (2015). *Administración de las Operaciones: Actividades para el aprendizaje*. Universidad Nacional de Mar del Plata. http://nulan.mdp.edu.ar/1622/1/17_modelos_lineas_espera.pdf

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. México D.F, México: Mc Graw Hill.

Heizer, J., Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones (7ª Edición)*. México D.F, México: Pearson Educación.

[Instructivo de Lego]. <https://education.lego.com/en-us/support/machines-and-mechanisms/building-instructions>

[Piezas de Lego]. <https://www.brickowl.com/>

11. ANEXOS

Anexo A: Formulas de teoría de colas

μ = Ritmo de servicio

λ = Tiempo de llegadas

ρ = Utilización o congestión del sistema

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Lq = Numero promedio de clientes en la fila

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad \text{o} \quad \rho * Ls$$

Ls = Numero promedio de clientes en el sistema

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu-\lambda}$$

Wq = Tiempo de espera en la fila

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

Ws = Tiempo de espera en el sistema

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda}$$

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 13
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo B: Formato de Resultados

Resultados Modelo Teórico			
Ritmo de servicio μ			
Tiempo de llegadas λ			
Utilización del sistema			
Numero promedio de clientes en la cola			
Número de clientes promedio en el sistema			
Tiempo de espera en la cola			
Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema			
Resultados Modelo Simulado			
	Primera Corrida	Segunda Corrida	Promedio
Ritmo de servicio μ			
Tiempo de llegadas λ			
Utilización del sistema			



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 9 de 13

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

Numero promedio de clientes en la cola			
Número de clientes promedio en el sistema			
Tiempo de espera en la cola			
Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema			
Comparación de los dos modelos:			
Costos tamaño óptimo equipo de mantenimiento			
Con un trabajador	Con dos trabajadores	Con tres trabajadores	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

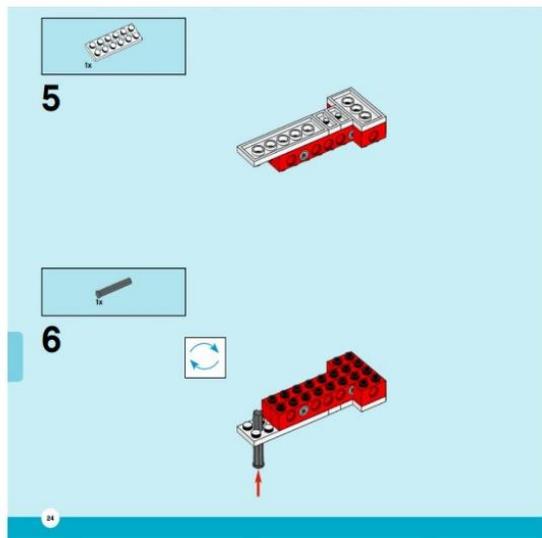
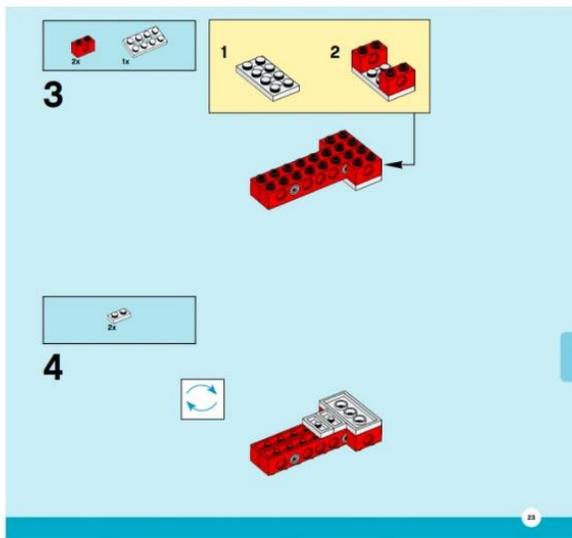
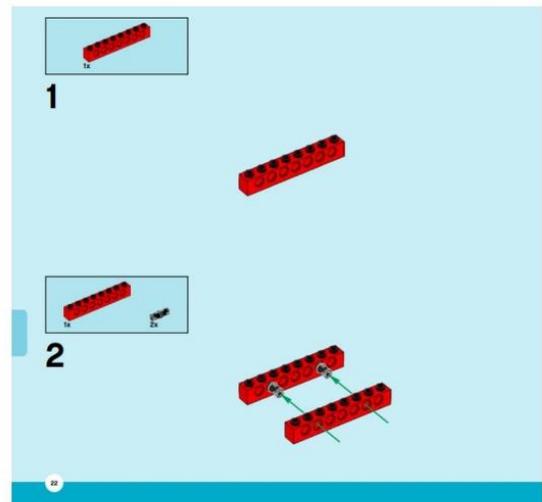
VERSIÓN: 01

PÁGINA: 10 de 13

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

Anexo C: Propuesta de ensamble de LEGO





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

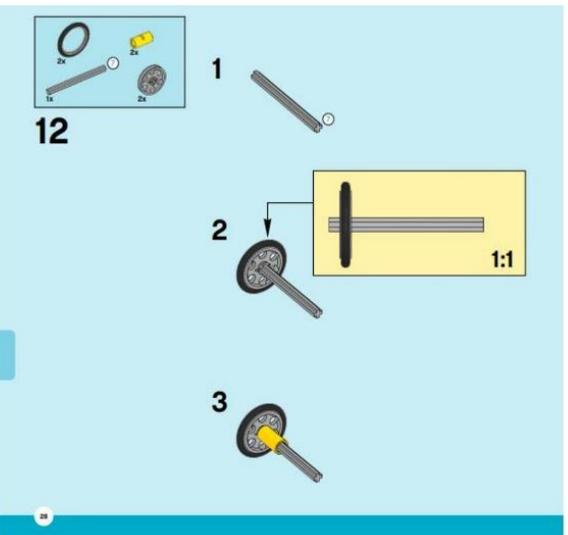
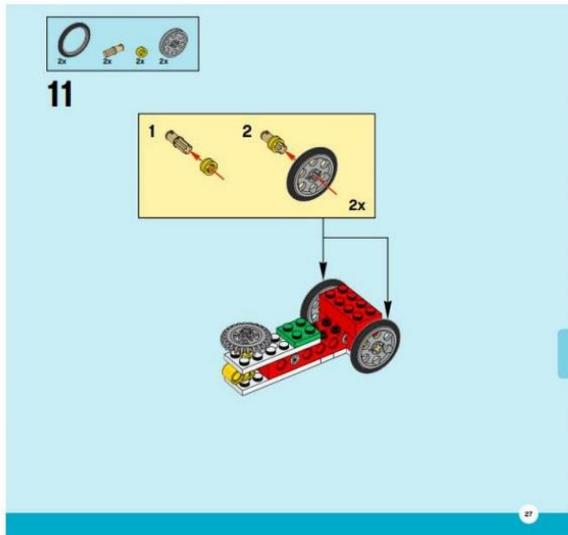
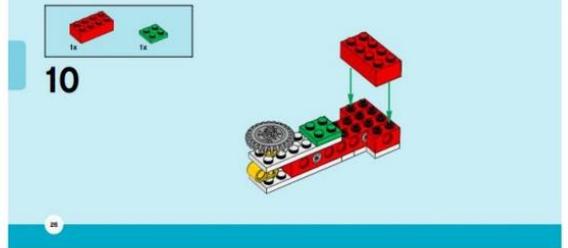
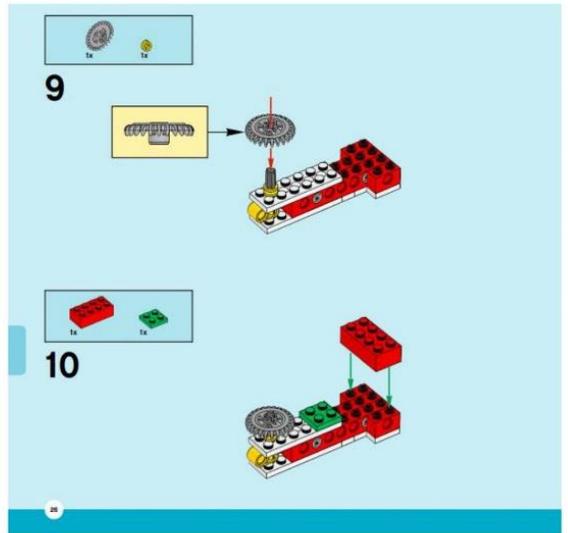
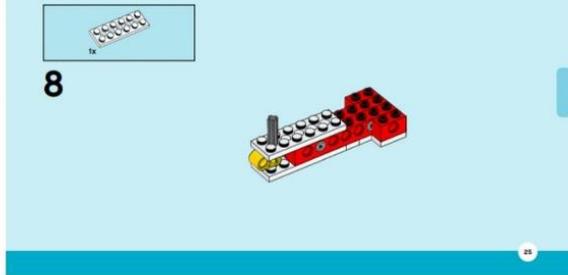
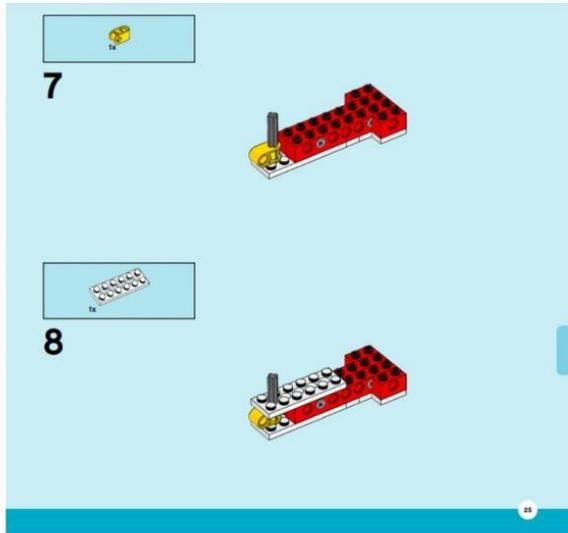
CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 11 de 13

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

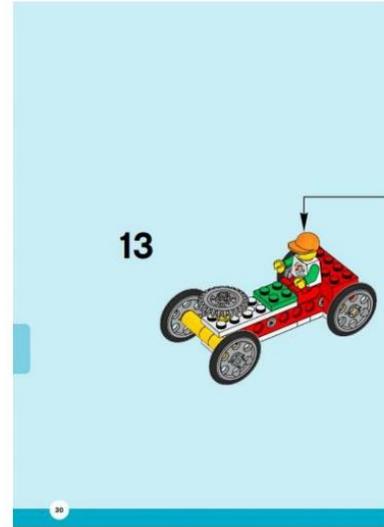
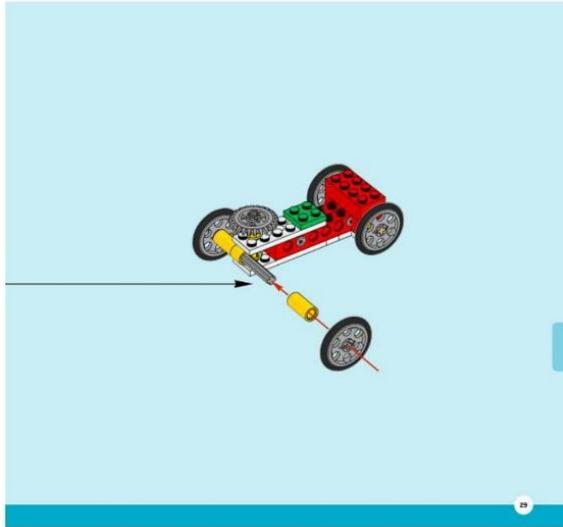
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 12 de
13

VIGENCIA: 31- 05- 2022



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 13 de 13
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo D: Ejercicios resueltos (para comparación)

Resultados Modelo Teórico		
Ritmo de servicio μ	4 cada 20 minutos	
Tiempo de llegadas λ	3 cada 20 minutos	
Utilización del sistema	$\rho = \frac{3}{4} = 75\%$	
Numero promedio de clientes en la cola	$Lq = \frac{3^2}{4(4-3)} = 2.25$ automóviles en cola	
Número de clientes promedio en el sistema	$Ls = \frac{3}{4-3} = 3$ automóviles	
Tiempo de espera en la cola	$Wq = \frac{2.25}{3} = 0.75$ de 20 minutos o 15 minutos	
Tiempo total que se tarda en pasar por el sistema	$\frac{3}{3} = 1 = 20$ minutos	
Costos tamaño óptimo equipo de mantenimiento		
Con un trabajador	Con dos trabajadores	Con tres trabajadores
$Ls = \frac{3}{4-3} = 3$ automóviles El costo de automóviles parados es de: $\$ 25.000 \cdot 3 = \$ 75.000$ El costo de reparación es de $\$ 4.000$ cada 20 minutos El coto total es de $\$ 75.000 + \$ 4.000 =$ $\\$ 79.000$	$Ls = \frac{3}{7-3} = 0.75$ automóvil El costo de automóviles parados es de: $\$ 25.000 \cdot 0.75 = \$ 18.750$ El costo de reparación es de $2 \cdot \$ 4.000$ cada 20 minutos = $\$ 8.000$ El coto total es de $\$ \$ 18.750 + \$ 8.000 =$ $\\$ 26.750$	$Ls = \frac{3}{8-3} = 0.6$ automóviles El costo de automóviles parados es de: $\$ 25.000 \cdot 0.6 = \$ 15.000$ El costo de reparación es de $3 \cdot \$ 4.000$ cada media hora = $\$ 12.000$ El coto total es de $\$ 15.000 + \$ 12.000 =$ $\\$ 27.000$
El mejor tamaño del equipo de mantenimiento según los costos es de dos trabajadores.		

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 22
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Producción II	50413434	VII
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Producción II			50413433	VI
Gestión Logística			50413305	IX
Seminario de Gestión de la Producción			50412435	X
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
9	MRP	MRP para la fabricación de sistemas de engranajes		3 Horas

1. RESUMEN

Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de Plan de Requerimientos de Materiales (MRP), con el fin de proporcionar un instrumento que permita elaborar una adecuada planificación de la producción y gestión de los inventarios, para así responder de la mejor manera a los interrogantes de que, cuanto y cuando se deben aprovisionar para poder fabricar exitosamente. En esta lúdica se elaborara el MRP de un producto (en este caso un sistema de engranajes) con la ayuda de la herramienta informática Excel, seguidamente se iniciara el proceso de fabricación de acuerdo al MRP hallado.

2. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos de toda empresa manufacturera es tener una adecuada gestión de los requerimientos de materiales, ya que un manejo deficiente tiene grandes repercusiones en aspectos claves de la organización como son los costos y los plazos de producción, una de las herramientas de gestión de materiales más usada a nivel mundial en empresas manufactureras sin importar su tamaño es el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP).

Las primeras nociones de MRP se remontan a la Segunda Guerra Mundial cuando los Estadounidenses crearon programas computarizados especializados para cubrir las necesidades de los cálculos militares, luego de la guerra los sectores productivos empezaron a utilizar estos sistemas para llevar el control de las operaciones en las empresas y así evolucionar a los sistemas que hoy conocemos. Uno de los primeros registros de la descripción de este problema con un enfoque basado en algebra matricial se da en 1954 por Andrew Vaszonyi; luego en 1975 un trabajador de IBM Joseph Orlicky popularizo el procedimiento que le dio el nombre de MRP.

El MRP necesita de tres fuentes de información los cuales son: el Plan Maestro de Producción (que debe hacerse y cuando), el registro de inventarios (que hay en existencias) y la lista de materiales o Bill of Materials - BOM (Materiales y partes necesarias para elaborar un producto). Además de esto se debe tener en cuenta las órdenes de compra pendientes y los tiempos de entrega.

Teniendo en cuenta lo anterior se pretende dar a los estudiantes de Ingeniería Industrial a través de esta lúdica una herramienta que permita la fácil recordación del concepto de MRP en un futuro profesional.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

3. OBJETIVO

Elaborar un Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), con el fin de realizar una adecuada gestión de los materiales, para la fabricación de un producto (sistema de engranajes) y así lograr cumplir con los requisitos de producción.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Plan de Requerimientos de Materiales (MRP): Es un “método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.590)
- El programa maestro de producción (MPS): Es el plan con los tiempos desglosados que especifica cuántas piezas finales va a fabricar la empresa y cuándo. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.591)
- El registro de inventarios: “Contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.593)
- La lista de materiales o Bom de materiales (Bills of materials): Es aquel que “contiene la descripción completa de los productos y anota materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en que se elaboran los productos”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.593)
- Demanda Dependiente: “Significa que la demanda de un artículo se relaciona con la demanda de otro artículo. (Heizer y Render, 2009, p.562)
- Tiempo de entrega: “Es el tiempo que transcurre entre el reconocimiento de la necesidad de una orden y su recepción”. (Heizer y Render, 2009, p.567)
- Línea de ensamble: Es una secuencia de estaciones de trabajo, que están frecuentemente conectadas por un sistema de manejo de materiales, el cual tiene como fin el ensamble de un producto a través de una serie de operaciones, cada una compuesta por diversas tareas, organizadas de forma tal que el producto se mueve de una estación a otra siguiendo una ruta (Moreno y Montealegre, 2013)
- Puesto de trabajo: Es la parte del área de producción establecida para cada operario, esta se encuentra dotada con los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso productivo (Alzate y Sánchez, 2013)
- Calidad: Es cumplir con la totalidad de rasgos y características establecidos por la empresa y su habilidad para satisfacer al cliente con un mínimo de errores y defectos. (Heizer y Render, 2009)

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
2	370321	
2	4121715	
2	243124	
2	4560177 o 370526	
1	4514559	
1	4285634	
1	4563045	
1	4526983	
1	4211815	
1	4107800	

Nota 1: La cantidad de piezas de Lego anteriormente descritos son los necesarios para ensamblar un (1) sistema de engranajes.

Nota 2: De apoyo se tendrán los Sets de Mecanismos Simples y Motorizados por si hay algún faltante de fichas en los Sets de Mecanismos Simples, las fichas pueden variar en color pero en dimensiones y forma son las mismas.

Nota 3: Se prevé que del componente 4560177 pueden existir faltantes, para lo cual se utilizara como pieza sustituta la referencia de los Sets de Mecanismos Simples 370526

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cantidad	Elementos
2	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
2	Computadores portátiles
3	Cronómetros

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
1	Cronometrador Líder	Sera el encargado de tener presente e informar el cambio de día equivalente en la lúdica a 8 minutos.
4	Analista	Sera el encargado de hallar el MRP con la ayuda de Excel. Después de hallar este pueden servir de apoyo a los verificadores.
2	Líder	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir a los integrantes y establecer roles. Este podrá ejercer funciones en cualquier área que vea que necesita dirección y apoyo.
2	Cronometrador	Encargado de llevar los tiempos al interior del equipo.
4	Almacenista Mayor	Será el encargado de recibir los pedidos por parte del patinador, seguidamente de prepararlos y entregarlos al mismo según el lead time de cada componente.
2	Patinador	Será el encargado de ir al almacén mayor y realizar los pedidos de las piezas, luego de ir a recogerlas cuando lleguen y llevarlas al almacén de MP de la línea de ensamble.
2	Almacenista de MP en la línea de ensamble	Es el encargado de recibir las piezas del patinador y tenerlas listas para cuando lo necesiten los operarios

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

2	Almacenista de PP y PT en la línea de ensamble	Es el encargado de almacenar los productos en proceso y los productos terminados ya sea para el embalaje final o enviar el producto en proceso a los operarios.
4	Operario	Encargados de ensamblar los productos en los puestos de trabajo.
4	Verificadores	Encargados de constatar a diario que lo que se hace concuerde con lo planeado en el MRP

Nota: La cantidad de los recursos materiales necesarios diferentes a las piezas de Lego y los recursos humanos son los necesarios para ambos equipos.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para dos (2) equipos cada uno compuesto por trece (13) estudiantes, los cuales trabajaran de manera alternada (primero uno equipo y luego el otro), la metodología a desarrollar será la siguiente para ambos grupos:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa que se encarga de ensamblar sistemas de engranajes; la cual decide implementar un sistema de MRP con el fin de planificar los requerimiento de materiales necesarios y de esta manera realizar una adecuada gestión para así cumplir con los tiempos y demandas de producción.

Nota: Los tiempos del MRP están propuestos en días, para efectos de la práctica cada día que se simulara en el laboratorio equivale a un tiempo de ocho (8) minutos, para esto se designará un cronometrador líder el cual será el encargado de cronometrar e informar el cambio de día a los alumnos, se propone que este rol sea ejecutado por el docente a cargo de la lúdica.

Fase 3: Diseño del MRP: Cada equipo elegirá a dos (2) integrantes los cuales serán los analistas encargados de realizar el MRP, para esto se podrán ayudar de la plantilla propuesta en Excel (Anexo G), la información necesaria para desarrollar el MRP se encuentra en el Anexo A. En el momento en que el equipo considere que ha desarrollado correctamente el MRP podrá seguir a la siguiente fase.

Nota: Se recomienda al docente pedir a los equipos la realización de los cálculos de los MRP con varios días de anterioridad a la lúdica por cuestiones de tiempo.

Fase 4: Preparación inicial: Luego de hallar cada equipo su MRP, se escogerá a un (1) alumno el cual ejercerá como el Líder, quien con el resto de su equipo se dispondrán a definir los roles que cada estudiante va a tener durante el desarrollo de la lúdica. También se escogerán los lugares en los que se van a situar el almacén, el puesto de trabajo de la línea de ensamble, el lugar de almacenamiento de las

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

materias primas (piezas de lego) dentro de la línea de ensamble y el lugar de almacenaje del producto terminado (sistema de ensamble).

Fase 5: Inicio Día 1: El cronometrador líder indicara el inicio del día 1 (8 minutos), cada equipo tiene un cronometrador el cual deberá sincronizar el cronometro con el del líder para así poder controlar el tiempo dentro de su equipo. Este día puede catalogarse como de preparación para lo cual cada integrante deberá realizar simultáneamente las siguientes actividades:

- Almacenista Mayor: Debe ir sacando y clasificando de las cajas de los Sets el mayor número de componentes para poder responder a los pedidos del patinador en un futuro. Para esto puede tener de ayuda la tabla resumen de los requerimientos brutos necesarios de cada componente, también debe tener presente las recepciones de los pedidos programados con anterioridad.
- Patinador: Debe ir al almacén por el inventario de seguridad y el inventario inicial pedido por el Almacenista de MP.
- Almacenista de MP en la línea de ensamble: Debe pedirle al patinador que vaya al almacén por los inventarios iniciales y los de seguridad que deben tener algunos de los componentes. También debe estudiar la tabla resumen de liberación de la orden para tener claro en qué momento debe enviar al patinador a realizar los pedidos al almacén mayor y cuando recogerlos.
- Almacenista de PP y PT: Debe analizar la tabla resumen de inventario de seguridad y la de inventario inicial por si necesita algunos productos terminados o productos en proceso listos, para lo cual deberá poner a los operarios a ensamblarlos.
- Operarios: Deben ir en ensamblando los inventarios iniciales y los productos en proceso, para lo cual tendrá de guía la propuesta de ensamble hecha por Lego (Anexo B).

Fase 6: Días Siguietes: Cuando empieza el siguiente día cada trabajador debe:

- Almacenista Mayor: Debe recibir los pedidos del patinador y entregar aquellos pendientes para lo cual deberá manejar el formato del Anexo C con los datos necesarios del día, También debe tener en cuenta las recepciones programadas para hacer las entregas los días que haya lugar, puede guiarse de la tabla resumen de estas.
- Patinador: Debe ir a realizar y recibir los pedidos pendientes, como referencia tendrá los datos consignados en el formato del Anexo D con los datos necesarios del día que le brinda el almacenista de MP.
- Almacenista de MP en la línea de ensamble: Deberá llenar el formato del Anexo D con los datos necesarios del día y recibir los pedidos que llegaran.
- Almacenista de PP y PT: Debe ir almacenado los productos terminados del día y los productos en proceso que quedan para esto se apoyara del formato Anexo E
- Operarios: Deben ir ensamblando los productos requeridos para el día.
- Verificadores: Al finalizar el día los dos (2) verificadores se encargaran de comprobar según el MRP que se hallan hecho los pedidos correctos, que se reciban las cantidades correctas y que se

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

produzcan la cantidad de componentes correctos para lo cual tendrá de ayuda el formato F.

Nota: Este procedimiento se seguirá así hasta llegar el al día final, el equipo ganador será el que logra cumplir a cabalidad con el MRP hallado.

7. RECOMENDACIONES

- Debido a la cantidad de los sets solo se podrá trabajar con un grupo a la vez, por cuestiones de tiempo se recomienda que el docente permita la realización de los cálculos del MRP con varios días de anterioridad de la lúdica.
- Si el grupo de la clase es inferior a 15 estudiantes se podrá realizar con un solo grupo para lúdica, los estudiantes se repartirán en algún rol que necesite apoyo.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

Los estudiantes al finalizar la lúdica entenderán la importancia del MRP para la adecuada gestión de los materiales y como este implica un esfuerzo coordinado por todos los trabajadores de la empresa para así lograr cumplir con la demanda de productos y ayudar a disminuir costos.

La solución del MRP se encontrara en el Anexo H correspondiente a un Archivo de Excel

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del MRP ya que este permite realizar la planificación de los materiales necesarios para poder dar cumplimiento al plan maestro de producción, ya que previene cualquier retraso en la fabricación por falta de materias primas o componentes.

10. BIBLIOGRAFÍA

Andonegi, J., Casadesus, M. y Zamanillo, I. (2005). Evolución histórica de los sistemas ERP de la gestión de materiales a la empresa digital. Revista de Dirección y Administración de Empresas, 12, 61-72. <https://ehu.eus/ojs/index.php/rdae/article/view/11475/10631>

Arango, F. (2017). Competitividad en procesos de servicios: Lean Service caso de estudio. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. McGraw-Hill.

Companys, R y Fonollosa, J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. Alfaomega Grupo Editor.

Heizer, J., Render, B. (2009). Principios de Administración de Operaciones (7a Edición). México D.F, México: Pearson Educación.

[Instructivo de Lego]. <https://education.lego.com/en-us/support/machines-and-mechanisms/building-instructions>

Moreno, J., y Montealegre, I. (2013). Problema de balance de línea con múltiples líneas en paralelo y enfoque multiobjetivo. (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle Santiago de Cali, Colombia.

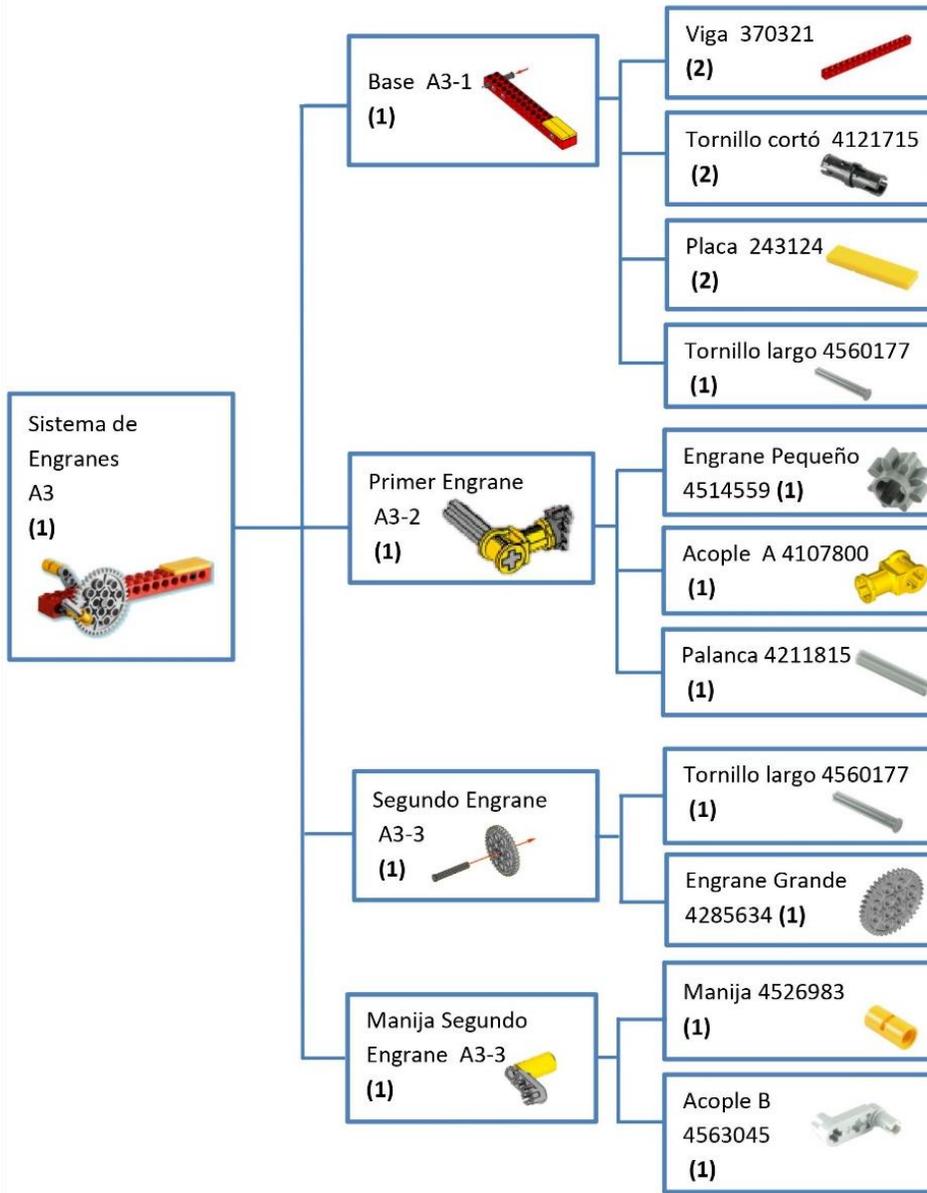
[Piezas de Lego]. <https://www.brickowl.com/>



11. ANEXOS

Anexo A: Datos necesarios para el desarrollo del MRP

- Árbol del producto



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 10 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- Registro de Inventario y tiempos de entrega

REGISTRO DE INVENTARIO DEL SISTEMA DE ENGRANAJES					
Parte	Tiempo LT	Lote Tamaño	Inv. Disponible	Recepciones Programadas	Inv. De Seguridad
Sistema de engranajes	1	L X L	1	N/A	0
Base	1	5	1	N/A	0
Primer Engrane	2	L X L	2	N/A	0
Segundo Engrane	2	4	2	N/A	1
Manija Segundo Engrane	1	L X L	1	N/A	0
Viga	1	5	2	N/A	0
Tornillo Corto	2	L X L	2	2 Día 10	0
Placa	1	L X L	1	N/A	0
Tornillo Largo	1	4	1	N/A	1
Engrane Pequeño	2	L X L	1	N/A	0
Acople A	1	L X L	1	N/A	0
Palanca	2	6	2	N/A	0
Engrane Grande	1	L X L	1	2 Día 7	1
Manija	2	2	1	N/A	0
Acople B	2	7	1	N/A	0

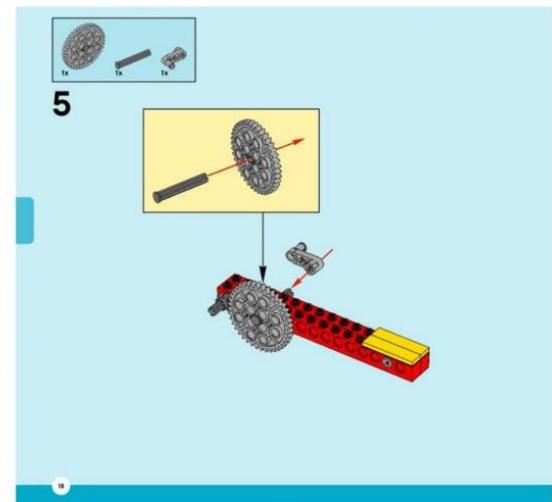
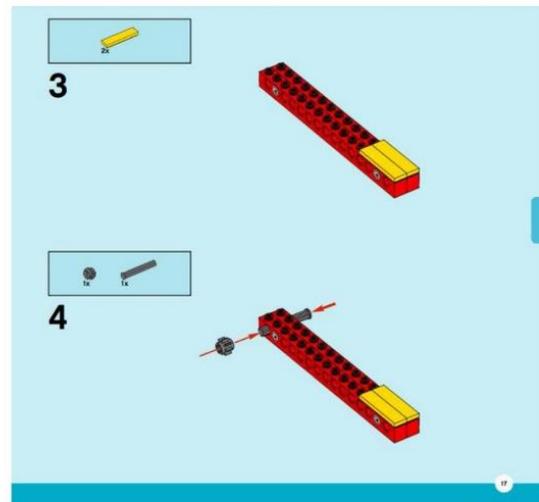
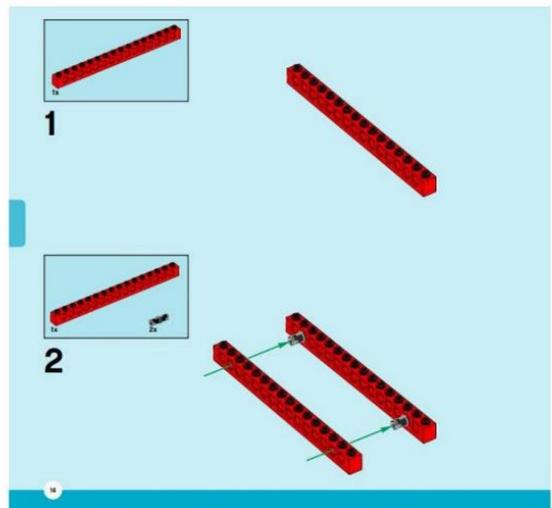
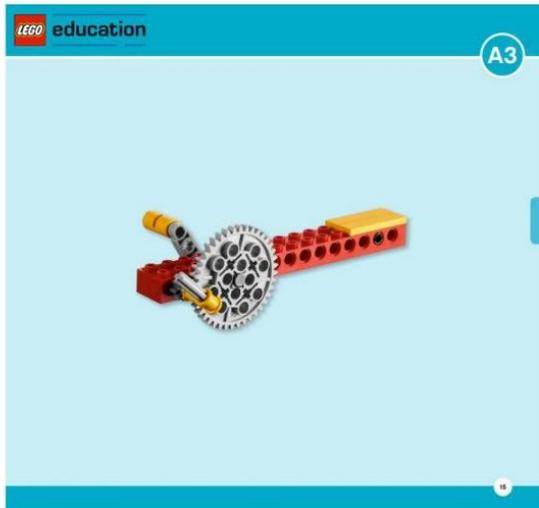
	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 11 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

- Programa Maestro de Producción del Producto

PMS PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE ENGRANAJES											
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Requerimiento Bruto						4	2		3	4	



Anexo B: Propuesta de ensamble por LEGO





UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

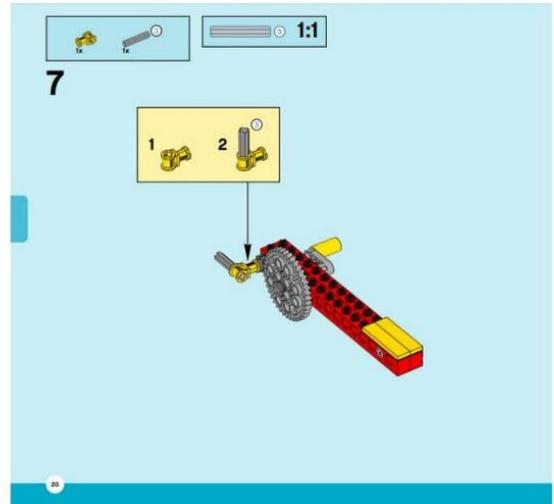
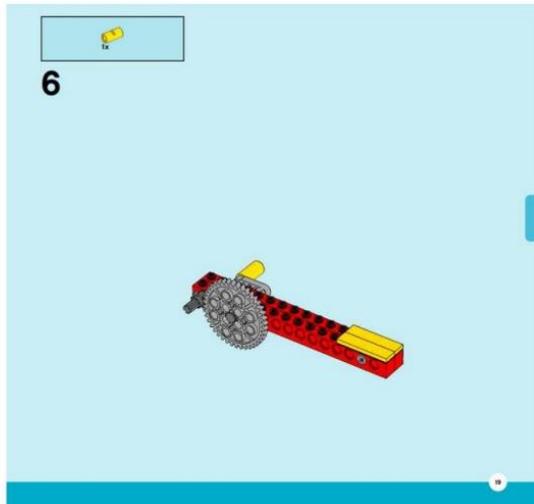
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 13 de
22

VIGENCIA: 31- 05- 2022



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 14 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo C: Formato para el Almacenista Mayor

Día	Componentes Pedidos	Cantidad	Día estimado de entrega	Entregado Si o No
1				
2				
3				
4				
5				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 15 de 22
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

6				
7				
8				
9				
10				
11				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 16 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo D: Formato para el Almacenista de Materias Primas y Patinador

Día	Componentes a Pedir	Cantidad	Día estimado de recepción	Recibido Si o No
1				
2				
3				
4				
5				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 17 de 22
VIGENCIA: 31- 05- 2022				

6				
7				
8				
9				
10				
11				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 18 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo E: Formato de almacenista de PP y PT

Día	Productos terminados y productos en proceso estimados a recibir	Cantidad	Recibido Si o No	Productos en proceso a enviar a los operarios	Cantidad	Enviados Si o No
1						
2						
3						
4						
5						

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO			CÓDIGO: FO – DOC - 01		
				VERSIÓN: 01	PÁGINA: 19 de 22	
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS				VIGENCIA: 31- 05- 2022		

6						
7						
8						
9						
10						
11						

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 20 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo F: Formato Verificadores

Día	Se cumplió con los elementos pedidos SI o NO	Se cumplió con los elementos por entregar SI o NO	Se cumplió con los productos a producir SI o NO	Se cumplió con el inventario que debe quedar SI o NO
1				
2				
3				
4				
5				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 21 de 22
FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

6				
7				
8				
9				
10				
11				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 22 de 22
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo G: Excel con formato MRP (Archivo adjunto)

Anexo H: Solución en Excel del formato MRP (Archivo adjunto)

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 10
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Control de Inventarios	50412436	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Gestión Logística			50413305	IX
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
10	Modelo ABC	La Comercializadora de Legos y su Modelo ABC		3 Horas

1. RESUMEN

Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de clasificación de inventarios, específicamente el del Modelo ABC, con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante metodología. En esta lúdica se simulara el inventario de una empresa comercializadora de repuestos de fichas para los sets de Lego, para lo cual los estudiantes deberán realizar el conteo físico y la clasificación ABC de los artículos y de esta manera determinar a cuáles se les debe prestar mayor atención de acuerdo a los beneficios y rentabilidad que aportan, para así tomar las mejores decisiones en la administración de los inventarios.

2. INTRODUCCIÓN

Los inventarios son una parte fundamental para el funcionamiento de cualquier empresa, una mala administración y control de estos puede generar grandes perjuicios tanto en el ámbito financiero como en la atención que se le da al cliente.

Por lo general el pedido y mantenimiento de los inventarios requiere de una inversión constante de dinero y tiempo, en la práctica los recursos que posee una organización son limitados, por lo cual es fundamental hacer una adecuada administración de estos al desarrollar clasificaciones de los inventarios de productos que potencialmente generaran más beneficios y así dirigir un mayor esfuerzo y atención a estos; básicamente esta es la segmentación a la que se llega por medio del Modelo ABC.

El análisis del Modelo ABC se fundamenta en los estudios realizados en el siglo XIX en Milán por el economista Vilfredo Pareto sobre la distribución de la riqueza donde el 20% de la población poseía el 80% de la riqueza, esta lógica dio origen al principio de Pareto, en relación a los inventarios se aplica en el hecho de que unos pocos productos o artículos a veces representan gran parte del volumen monetario. De esta manera el modelo ABC realiza esta clasificación en tres grupos: el Grupo A los cuales generan un volumen monetario anual alto mostrando el 20% de los productos a los cuales se les debe hacer el 80% de la inversión, el Grupo B los que generan un volumen monetario anual intermedio mostrando el 25% de los productos a los cuales se les debe hacer el 15% de la inversión y el Grupo C los que generan un volumen monetario anual bajo mostrando el 55% de los productos a los cuales se les debe hacer el 5% de la inversión.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 10
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Es por esto que por medio del desarrollo de esta lúdica se pretende que los estudiantes de Ingeniería Industrial interioricen este concepto al entender que en la administración de los inventarios usualmente existen pocos productos cruciales y muchos productos triviales por lo cual es necesario hacer esta segmentación que permite tomar mejores decisiones sobre que, cuanto y cuando pedir.

3. OBJETIVO

Elaborar la clasificación del inventario de una empresa (comercializadora de repuestos de fichas para los sets de Lego) bajo el Modelo ABC con el fin de determinar aquellos productos que generan mayores beneficios y por lo cual requieren de mayor atención en la administración del inventario.

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Administración de inventarios: “Evalúa la situación real de las existencias de su organización, basándose en criterios fundados en la cantidad y el valor. Analiza las actividades del almacén, tales como el flujo físico de los materiales y las cargas de trabajo” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.464).
- Clasificación de inventarios: Los inventarios usualmente se agrupan en diversos tipos los más conocidos son: inventarios de materias primas, de producto terminado, de componentes, de producto en proceso, entre muchos otros tipos.
- Control de inventarios: se encarga de “encontrar la combinación óptima de productos que se tendrán en existencia dentro de una empresa”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.37). Uno de los más conocidos es el control físico el cual consiste en el conteo manual de las existencias de inventario.
- Inventarios: Son la cantidad de mercancías o artículos que tiene un empresa para comerciar.
- Modelo ABC: “Método para dividir el inventario disponible en tres clases con base en el volumen anual en dinero” (Heizer y Render, 2009, p.485).
- Principio de Pareto: Se basa en la “lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.569).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 10
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Cantidad	Elementos
5	Set de Mecanismos Simples de Lego
5	Set de Mecanismos Simples y Motorizados de Lego
5	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.
5	Computadores Portátiles

Nota: La referencia exacta de piezas y cantidades de los Set de Mecanismos Simples y Mecanismos Simples y Motorizados de Lego se encuentra en el Anexo A, el cual es dirigido al docente para que organice los inventarios de cada equipo para el desarrollo de la lúdica.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
5	Jefe de inventarios	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles.
15	Auxiliar de inventarios	Ejercerán como apoyo al jefe de inventario y ocuparan el rol designado por el.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el Modelo ABC y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una empresa en este caso una comercializadora de repuestos de fichas para los sets de Lego, la cual tiene serios problemas en la administración y control de inventarios, en primer lugar utiliza un control físico de los inventarios lo cual

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 10
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

produce que no siempre se tenga el conteo exacto de las existencias del inventario y ocurra desabastecimiento en muchos casos, por otro lado en los últimos meses se ha visto que pese a que los niveles de ventas de ciertos productos es alta no ve retribuida estas en ganancias sólidas, un experto en la administración de inventarios le sugirió que realizara una clasificación ABC de estos para ayudar con este problema.

Fase 3: Conteo físico del inventario: La comercializadora decide seleccionar al azar una muestra de 20 referencias de fichas del inventario para lo cual cada equipo encontrara en su puesto de trabajo el inventario de estos artículos a los cuales se les deberá realizar el conteo manual, para determinar cuál ha sido la demanda del último año se va a tener como referencia el precio y la cantidad de pedidos que ha realizado desde el inicio de la empresa hasta ahora un año después, esta información se encuentra en el Anexo B.

Debe tener en cuenta que la demanda anual a utilizar en la clasificación ABC es:
Cantidad total de pedidos del último año – El inventario actual

Fase 4: Realización del modelo ABC: Luego de hallar la demanda anual al realizar el conteo físico, los estudiantes deberán desarrollar la clasificación ABC de las 20 referencias de fichas, para lo cual utilizará el formato del Anexo C para resolver el ejercicio, también encontrarán fórmulas como soporte en el Anexo D.

Nota: Si se desea se puede desarrollar el modelo ABC con la ayuda de la herramienta Excel.

Fase 5: Segmentación de los grupos: Luego de tener la segmentación de los grupos, los estudiantes deberán hacer la ubicación de las fichas en su respectivo grupo.

Nota: El ganador de la lúdica será el equipo que realice la clasificación ABC correctamente y en el menor tiempo.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 4 alumnos y no exceder los 8 grupos. También debe tener en cuenta que si modifica el número de los grupos debe incrementar o disminuir la cantidad de sets de mecanismos simples y de mecanismos simples y motorizados de Lego.
- Para la verificación de los resultados en el Anexo E se encontrara el desarrollo del ejercicio.
- Se sugiere que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.
- El docente puede sugerir una nueva configuración de los precios y pedidos del último año (Anexo B) a fin de presentar otra opción de desarrollo para la lúdica.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 10
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

8. RESULTADOS

Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos por medio de la clasificación ABC a través del desarrollo de los formatos del Anexo C, de los resultados hallados se darán cuenta de que:

- La mayoría de los precios de esos artículos varían de \$ 250 a \$ 24.990 y su demanda promedio anual varía de 12 a 786.
- También se observa que sólo 4 de los 20 artículos almacenados explican más del 80 por ciento del volumen anual monetario generado por todo el grupo.
- La segmentación de los grupos demostró que los:
 - Artículos del Grupo A: 20% de los artículos suman 80.1% del valor total.
 - Artículos del Grupo B: 30% de los artículos suman 14.8% del valor total.
 - Artículos del Grupo C: 50% de los artículos suman 5.1% del valor total.

9. CONCLUSIONES

Los alumnos al finalizar la lúdica se darán cuenta de la importancia de clasificar los inventarios en una organización, en este caso al desarrollarlo por medio del Modelo ABC y así ser capaces de determinar aquellos productos que generan mayores beneficios y por lo cual requieren de mayor atención en la administración del inventario.

10. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro*. McGraw-Hill.

Heizer, J., Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones (7a Edición)*. Pearson Educación.

Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y Operaciones (5a Edición)*. McGraw-Hill.

[Piezas de Lego]. <https://www.brickowl.com/>

11. ANEXOS

Anexo A: Piezas y cantidades de los sets de mecanismos simples y sets de mecanismos simples y motorizados de Lego para realizar la distribución del inventario.

La relación de las cantidades y piezas que se describen a continuación es para un (1) equipo, de acuerdo a la cantidad de equipos tendrá que colocar las mismas cantidades en cada uno.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01

Numero	Cantidad	Referencia	Set de Mecanismos de Lego	Imagen Ilustrativa
1	16	4211807	Simple	
2	3	4121932	Simple y Motorizado	
3	15	4239601	Simple	
4	16	4211622	Simple	
5	6	370321	Simple	
6	12	4186017	Simple y Motorizado	
7	10	4514553	Simple y Motorizado	
8	28	4121715	Simple y Motorizado	
9	14	4142865	Simple y Motorizado	
10	14	4140806	Simple y Motorizado	
11	10	4118897	Simple y Motorizado	
12	8	4211815	Simple y Motorizado	
13	6	4527947	Simple	
14	7	370526	Simple y Motorizado	
15	4	4494222	Simple	
16	8	302301	Simple	
17	6	4514559	Simple y Motorizado	
18	6	4514556	Simple y Motorizado	
19	5	370923	Simple y Motorizado	
20	8	302323	Simple y Motorizado	
Total	202			



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 7 de 10

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

Anexo B: Precios y pedidos del último año.

Referencia	Cantidad de pedidos por mes												Valor unitario
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
4211807	55	23	30	25	16	25	16	15	20	20	16	15	\$ 2.250
4121932	12	0	0	12	0	0	12	0	0	10	0	0	\$ 2.850
4239601	10	0	0	0	0	11	0	0	0	15	0	0	\$ 1.500
4211622	60	30	50	25	20	15	70	40	25	14	25	30	\$ 770
370321	100	58	25	50	35	70	45	80	20	15	80	40	\$ 4.450
4186017	40	15	10	10	30	20	10	10	7	40	30	10	\$ 6.100
4514553	30	0	0	30	0	0	30	0	0	30	0	0	\$ 3.100
4121715	100	70	20	100	70	84	100	50	100	20	50	50	\$ 1.320
4142865	14	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	\$ 12.800
4140806	30	30	30	50	10	40	10	60	14	20	14	40	\$ 24.990
4118897	20	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	\$ 7.750
4211815	20	20	0	0	25	0	0	0	20	0	0	0	\$ 680
4527947	31	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	\$ 250
370526	20	10	10	0	0	13	13	10	10	0	10	0	\$ 3.890
4494222	100	20	100	20	100	30	100	19	50	50	50	40	\$ 7.700
302301	30	0	10	0	10	0	10	0	14	0	0	0	\$ 6.220
4514559	20	15	15	10	15	14	10	10	15	10	10	10	\$ 850
4514556	50	50	85	53	50	50	53	50	85	50	50	70	\$ 770
370923	12	0	0	12	0	0	12	0	12	0	0	9	\$ 1.230
302323	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	\$ 4.050

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 10
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo C: Formatos para realizar la Clasificación del Modelo ABC

Clasificación Modelo ABC			
Ref. Producto	Valor unitario	Demanda Anual	Valor total
4211807	\$ 2.250		
4121932	\$ 2.850		
4239601	\$ 1.500		
4211622	\$ 770		
370321	\$ 4.450		
4186017	\$ 6.100		
4514553	\$ 3.100		
4121715	\$ 1.320		
4142865	\$ 12.800		
4140806	\$ 24.990		
4118897	\$ 7.750		
4211815	\$ 680		
4527947	\$ 250		
370526	\$ 3.890		
4494222	\$ 7.700		
302301	\$ 6.220		
4514559	\$ 850		
4514556	\$ 770		
370923	\$ 1.230		
302323	\$ 4.050		
Total			

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 10 de 10
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022

Anexo D: Formulas de apoyo

- **Valor Total** = Valor unitario x Demanda anual
- **Porcentaje** = (Valor total / Σ Valor total) * 100
- **Grupos:**
 - **Grupo A:** Valores del porcentaje acumulado desde el 0% hasta el 80%
 - **Grupo B:** Valores del porcentaje acumulado desde el 81% hasta el 95%
 - **Grupo C:** Valores del porcentaje acumulado desde el 96% hasta el 100%

Anexo E: Solución de la clasificación del Modelo ABC

Clasificación Modelo ABC ordenado de Mayor a Menor						
Ref. Producto	Valor unitario	Demanda Anual	Valor total	Porcentaje	Porcentaje Acumulado	Grupo
4140806	\$ 24.990	334	\$ 8.346.660	37,97%	37,97%	A
4494222	\$ 7.700	675	\$ 5.197.500	23,64%	61,61%	
370321	\$ 4.450	612	\$ 2.723.400	12,39%	74,00%	
4186017	\$ 6.100	220	\$ 1.342.000	6,10%	80,10%	
4121715	\$ 1.320	786	\$ 1.037.520	4,72%	84,82%	B
4211807	\$ 2.250	260	\$ 585.000	2,66%	87,48%	
4514556	\$ 770	690	\$ 531.300	2,42%	89,90%	
302301	\$ 6.220	66	\$ 410.520	1,87%	91,77%	
370526	\$ 3.890	89	\$ 346.210	1,57%	93,34%	
4514553	\$ 3.100	110	\$ 341.000	1,55%	94,89%	C
4211622	\$ 770	388	\$ 298.760	1,36%	96,25%	
4118897	\$ 7.750	24	\$ 186.000	0,85%	97,10%	
4142865	\$ 12.800	14	\$ 179.200	0,82%	97,91%	
4514559	\$ 850	148	\$ 125.800	0,57%	98,49%	
4121932	\$ 2.850	43	\$ 122.550	0,56%	99,04%	
370923	\$ 1.230	52	\$ 63.960	0,29%	99,33%	
4211815	\$ 680	77	\$ 52.360	0,24%	99,57%	
302323	\$ 4.050	12	\$ 48.600	0,22%	99,79%	
4239601	\$ 1.500	21	\$ 31.500	0,14%	99,94%	
4527947	\$ 250	56	\$ 14.000	0,06%	100,00%	
TOTAL	\$ 93.520	4677	\$ 21.983.840	100%	100%	



CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Control de Calidad	50413433	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Producción II			50413434	VII
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
11	Sistema Poka-Yoke	Toy XZ		2 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de técnicas para el control de calidad, específicamente el sistema Poka-Yoke, con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. En esta lúdica se desea implementar un sistema Poka-Yoke en la línea de ensamble y desensamblaje de carros, de la empresa de juguetes Toy XZ, donde se quiere detectar las fallas que se presentan en estos dos procesos, para lo cual se realizarán dos (2) simulaciones, la primera no contará con el sistema Poka-Yoke y la segunda contará con la implementación de este.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>Debido a la competitividad que se vive en el entorno empresarial, las organizaciones están obligadas a mejorar a un ritmo más acelerado, y la mejor forma de lograrlo es a través de un proceso de mejoramiento continuo, las organizaciones deben analizar los procesos utilizados, de tal manera que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse. La elevación de la calidad en los productos y/o servicios se convierte en una importante alternativa a fin de incrementar el nivel de competitividad, igual que ofrecer productos conformes y acordes a las exigencias del cliente generando un plus en las organizaciones.</p> <p>Contar con herramientas que ayuden a mitigar errores en procesos productivos resulta bastante beneficioso para las empresas que las acogen, ya que les ofrece una gran oportunidad de mejorar su productividad. Una de estas herramientas es el sistema Poka-Yoke, el cual busca minimizar los errores que se pueden presentar en cualquier proceso productivo, hasta llegar a tener “cero defectos”. Este sistema se puede diseñar para prevenir los errores o para advertir que se van a cometer. “Es bueno hacer las cosas bien la primera vez. Pero es aún mejor hacer que sea imposible hacerlas mal desde la primera vez” ese fue el pensamiento de su creador, Shigeo Shingo, en la década del '60.</p> <p>Llevar a la práctica el uso de herramientas que ayuden a mejorar procesos productivos, como lo es el sistema Poka-Yoke, permite a los estudiantes situarse en escenarios que podrían vivir en su vida laboral. A partir de esta lúdica, se busca que el estudiante cuente con un instrumento de apoyo que le ayude a generar ideas innovadoras con el fin de optimizar procesos productivos.</p>				
3. OBJETIVO				
<p>Implementar un sistema Poka-Yoke en una línea de ensamble y desensamblaje de un producto, en este caso un carro, con el fin de no producir artículos con defectos causados por un error humano, al optimizar tiempos y disminuir fallas en estos procesos.</p>				



4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Competitividad: se define como “la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores” (Gutiérrez y De la Vera, 2013, p.6).
- Control de calidad: “es el conjunto de actividades orientadas al cumplimiento de los requisitos de la calidad” (Gutiérrez y De la Vera, 2013, p.6).
- Mejoramiento continuo: “busca mejorar constantemente maquinaria, materiales, utilización de mano de obra y métodos de producción a través de la aplicación de sugerencias e ideas de los equipos de la compañía (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p.314).
- Proceso productivo: “el proceso productivo permite transformar los insumos utilizados en productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes” (Rodríguez, Balestrini, Melean, Balestrini, Rodríguez, 2002).
- Sistema Poka-Yoke: el propósito fundamental es diseñar sistemas y métodos de trabajo, así como procesos a prueba de errores. El término proviene del japonés: Poka (error inadvertido), Yoke (prevenir) (Gutiérrez y De la Vera, 2013).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Elementos Set de Mecanismos Simples de Lego	Imagen
10	370321	
10	4121715	
20	4527947	
20	370021	
20	281526	



UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

CÓDIGO: FO – DOC - 01

VERSIÓN: 01

PÁGINA: 3 de 12

FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA
DIDÁCTICA DE LEGOS

VIGENCIA: 31- 05- 2022

20	4494222	
20	4186017	

Cantidad	Elemento
5	Cronómetros
35	Contenedores Tamaño: 10,2x10,2x5,5 cm
5	Contenedores Tamaño: 12x12x7 cm
5	Contenedores con compartimentos
5	Estructuras Poka-Yoke
5	Formatos para toma de tiempos

• Recursos Humanos:

Numero	Rol	Descripción
1	Almacenista	Será el encargado de proporcionar las piezas necesarias para el ensamble de los productos. Este rol será ejercido principalmente por el docente.
5	Lideres	Cada equipo debe designar un líder el cual será el encargado de dirigir y establecer roles, además será el encargado de ir a el almacén por las piezas y realizar la preparación del espacio de trabajo en cada una de las dos (2) simulaciones.
5	Operarios S1	Son los encargados de hacer el ensamble y desensamble para la simulación 1.



5	Operarios S2	Son los encargados de hacer el ensamble y desensamble para la simulación 2.
5	Analistas de tiempo	Son los encargados de cronometrar el tiempo que los operarios tardan en ensamblar y desensamblar el producto y de anotar los datos recogidos en el formato.

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: *Socialización de la lúdica:* En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Sistema Poka-Yoke y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: *Planteamiento de la lúdica:* La empresa de juguetes Toy XZ desea implementar un sistema Poka-Yoke en su línea de ensamble y desensamblaje de carros, ya que quiere detectar las fallas que se presentan actualmente en estos procesos, para lo cual se realizarán dos (2) simulaciones en el ensamble del producto, la primera no contará con el sistema Poka-Yoke y la segunda contará con la implementación de este. Cada equipo contará con cuatro (4) integrantes, y cada uno tomará uno de los siguientes roles: uno de ellos será el líder, otro será el operario S1 (simulación 1), otro integrante será el operario S2 (simulación 2) y el restante tomará el papel de analista de tiempo.

Nota: se realizan dos (2) procesos, uno de ensamblaje y otro de desensamblaje, ya que la empresa quiere saber cuánto tiempo tardan en realizar cada uno de estos procesos.

Fase 3: *Simulación 1: No hay implementación de sistema Poka-Yoke.*

En primer lugar, el líder realiza la preparación del espacio de trabajo (Anexo A) para esto irá al almacén por la cantidad de piezas necesarias para la fabricación del producto, seguidamente muestra el modelo del carro (Anexo B) al operario S1 por 20 segundos. El operario S1 debe ser capaz de memorizar las piezas de lego que son necesarias para realizar el ensamble del carro.

Fase 4: Después de que pasaron los 20 segundos, el operario S1 se dirige al área de ensamble y se dispone a ensamblar el producto como él lo considere apropiado. El analista de tiempo comienza a cronometrar desde que el operario S1 toma la primera pieza lego del contenedor.

Nota: En la Simulación 1, el operario S1 no tendrá a su disposición información detallada del ensamble del carro. Solo contará con un contenedor con las piezas lego necesarias para el ensamble del carro.

Fase 5: Pasados los 15 minutos desde que se tomó la primera pieza y finalizado el ensamble, el analista de tiempo detiene el cronometro. El líder observa detalladamente el producto que ensambló el operario S1 con el fin de determinar que el producto cuenta con las especificaciones requeridas. El analista de tiempo procede a anotar los datos en el formato (Anexo C).



Nota: Si el ensamble del producto no es correcto, el líder le pedirá al operario S1 que continúe, hasta que el ensamble sea el requerido. Llegado el caso en que el operario S1 no ensamble de manera correcta el producto en la primera oportunidad, el analista de tiempo seguirá cronometrando y lo detendrá solo cuando el operario S1 le pida al líder que le revise el producto, una vez revisado si es correcto el ensamble se anota ese dato en el formato, si no es correcto el analista seguirá cronometrando.

Fase 6: Después de anotar el respectivo tiempo (fase 5) en el formato de toma de tiempos, el operario S1 se dirige al área de desensamblado y comienza a desensamblar el carro. En esta área el operario contará con siete (7) contenedores diferentes, uno para cada tipo de pieza lego con las que se ensambló el carro, es aquí donde el operario S1 las ordenará como él lo considere apropiado. Una vez finalizado el proceso de desensamble, el líder en compañía del analista de tiempo examinará cada uno de los contenedores para verificar que las piezas lego están clasificadas correctamente en cada contenedor. De ser correcta la clasificación el analista de tiempo detendrá el cronometro y lo anotará en el formato de toma de tiempos.

Nota: Si las piezas lego no se encuentran clasificadas correctamente, el líder le indicará al operario S1 que continúe con la clasificación. Cabe resaltar que al operario S1 no se le proporciona ninguna información acerca de cómo es la correcta clasificación de las piezas lego en los contenedores.

Fase 7: *Simulación 2: Implementación de sistema Poka-Yoke.*

El líder realiza la preparación del espacio de trabajo (Anexo D), seguidamente muestra el modelo del carro (Anexo B) al operario S2.

Fase 8: El operario S2 se dirige al área de ensamble, donde se encontrará con las instrucciones del paso a paso del proceso de ensamblaje del producto (Anexo E).

Nota 1: En la Simulación 2, el operario S2 contará con un contenedor el cual tendrá siete (7) compartimentos, uno para cada pieza lego (Anexo F).

Nota 2: Este contenedor hará parte del sistema Poka-Yoke, ya que le permite al operario, tener todas las piezas en el mismo espacio para su posterior ensamblaje.

Fase 9: Finalizado el proceso de ensamble, el líder en compañía del analista de tiempo examina el producto con el modelo del carro y si es igual, el analista de tiempo detiene el cronometro y anota el dato en el formato de toma de tiempos.

Fase 10: El operario S2 se dirige al área de desensamblaje y comienza a desensamblar el carro. En esta área el operario contará con un contenedor el cual tendrá siete (7) compartimentos, uno para cada pieza lego con las que se ensambló el carro al igual que una estructura Poka-Yoke (Anexo G) sobre el contenedor (tendrá que ubicar cada pieza en el espacio designado para cada una). El analista de tiempo debe dar inicio al cronometro en el momento en que el operario S2 desensambla la primera pieza lego del producto.

Nota: La estructura Poka-Yoke, que se ubica sobre el contenedor, permite al operario no cometer errores al desensamblar el producto, ya que cada pieza tendrá su lugar designado.

Fase 11: El líder en compañía del analista de tiempo examina el contenedor y se asegura que las piezas lego se encuentren ubicadas correctamente en cada compartimento, luego el analista de tiempo detiene el cronometro y anota el dato en el formato de toma de tiempos.



Nota: Al completar esa fase, se dará por terminada la lúdica, la cual no contará con un ganador, ya que lo primordial es que los estudiantes a partir de esta práctica cuenten con un instrumento de apoyo que le ayude a generar ideas innovadoras para optimizar procesos productivos cuando se encuentren en su vida laboral.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, lo único que se recomienda es mantener los equipos de 4 alumnos y no exceder los 6 grupos. También debe tener en cuenta que si modifica el número de los grupos debe incrementar o disminuir la cantidad de piezas de los sets de mecanismos simples de Lego.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

La lúdica no contará con un ganador, ya que lo primordial es que los estudiantes a partir de esta práctica cuenten con un instrumento de apoyo que le ayude a generar ideas innovadoras para optimizar procesos productivos cuando se encuentren en su vida laboral, por medio de herramientas como el sistema Poka-Yoke que permiten eliminar o disminuir los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presentan en su proceso de fabricación.

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender la importancia del uso de Sistemas Poka-Yoke en las diferentes etapas de un proceso productivo, y la facilidad que proporciona este tipo de herramientas para optimizar tiempos y disminuir fallas en el ensamblaje de productos, causados posiblemente por errores humanos.

10. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2005). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministro. Mc Graw Hall.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. Mc Graw Hall.

Rodríguez, G., Balestrini, S., Balestrini, S., Meleán, R. y Rodríguez, B. (2002). Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial. Revista de Ciencias Sociales.8 (1), 135-156. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28080109>



11. ANEXOS

Anexo A: Preparación espacio de trabajo (Simulación 1)

Se necesitan dos (2) mesas por cada equipo y se organizarán así:

- **Primera mesa:** Será el área de ensamblaje del producto. Aquí se encontrará un contenedor con todas las piezas lego necesarias para ensamblar el producto.



Contenedor sin tapa
Color transparente
Tamaño 12x12x7,5 cm

- **Segunda mesa:** Será el área de desensamblaje del producto. Aquí se encontrarán siete (7) contenedores, cada uno para cada referencia de piezas lego.



Contenedor sin tapa
Color transparente
Tamaño 10,2x10,2x5,5 cm

Nota: en este espacio solo estarán, el líder, analista de tiempo y operario S1.

Anexo B: Modelo del carro



Anexo C: Formato para toma de datos para Simulación 1 y Simulación 2: Procesos de ensamble y desensamble

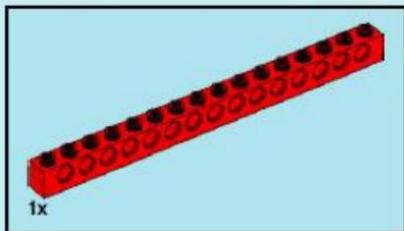
	TIEMPO (s)	
PROCESO	Operario S1	Operario S2
Ensamble		
Desensamble		

Anexo D: Preparación espacio de trabajo (Simulación 2)

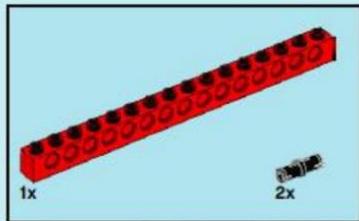
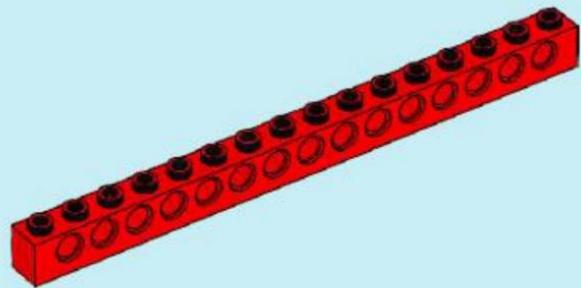
- **Primera mesa:** Será el área de ensamblaje del producto. Aquí se encontrará un contenedor con siete (7) compartimentos (Anexo F), donde cada pieza tendrá su respectivo lugar de ubicación.
- **Segunda mesa:** Será el área de desensamblaje del producto. Aquí se encontrará el mismo contenedor con siete (7) compartimentos, donde cada pieza tendrá su respectivo lugar de ubicación, al igual que la estructura Poka-Yoke (Anexo G) que se pondrá sobre el contenedor para hacer más óptima la introducción de la pieza al contenedor en su respectivo lugar.

Nota: en este espacio solo estarán, el líder, analista de tiempo y operario S1.

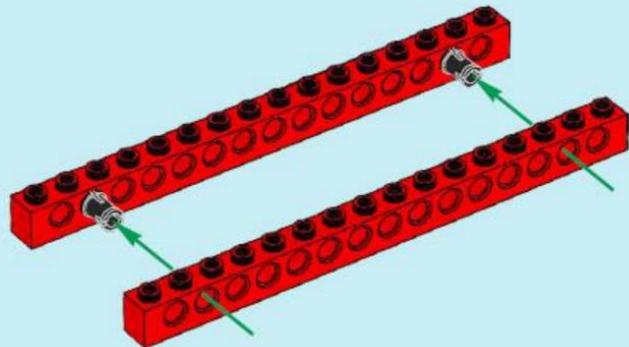
Anexo E: Instrucciones proceso de ensamblaje

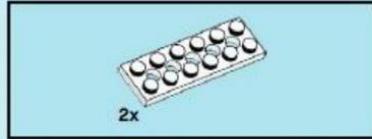


1

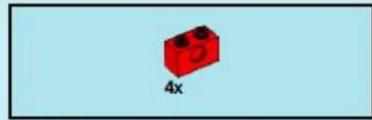
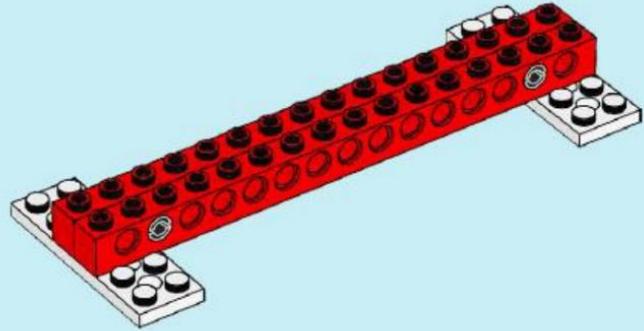


2

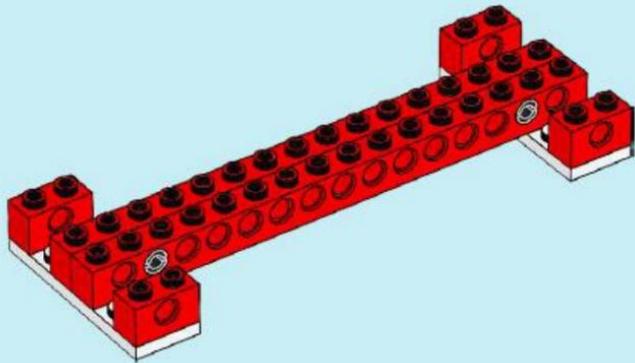




3

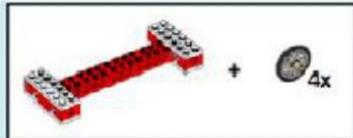
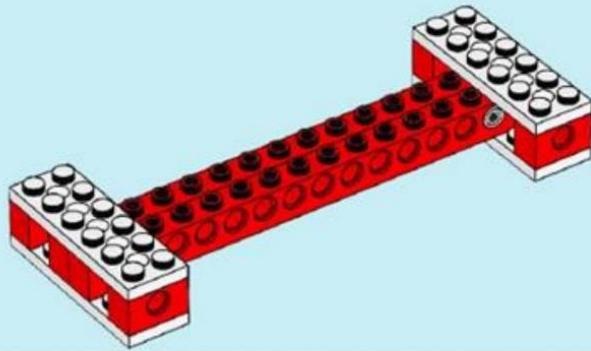


4

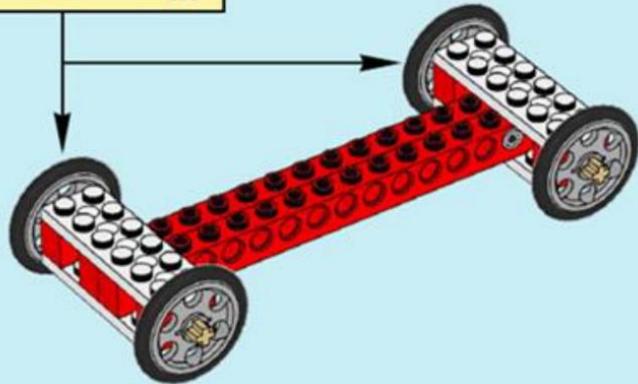
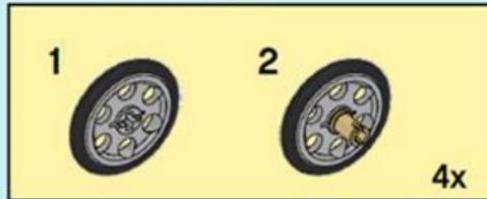




5

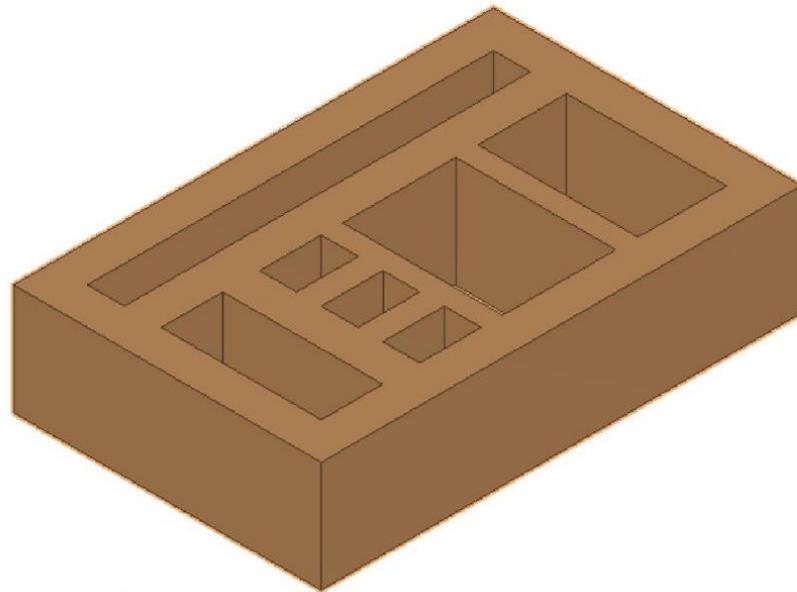


6





Anexo F: Contenedor con compartimentos (Simulación 2)



Anexo G: Estructura Poka-Yoke



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
			VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 11
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Procesos Industriales	50413422	V
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
No Aplica			No Aplica	No Aplica
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
12	Proceso Siderúrgico	Caracterización del Proceso Siderúrgico		3 Horas

1. RESUMEN

Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial al simular el proceso de manufactura de la siderurgia con el fin de proporcionar un instrumento que permita identificar las actividades, etapas y sistemas necesarios para transformar las materias primas en productos (en este caso acero) con la ayuda de insumos y suministros, para esto se tendrá el apoyo de diversos diagramas que permitirán un mejor análisis y entendimiento de este proceso que pretende agregar valor a un material por medio del cambio de su forma o propiedades.

2. INTRODUCCIÓN

Entender los múltiples procesos industriales que existen alrededor del mundo es de gran importancia para todo Ingeniero Industrial, ya que por lo general su vida profesional se desarrolla dentro de algún proceso manufacturero, es por esto que el conocimiento de estos permite que se logren mejoras a través de una correcta administración y análisis, con el fin de generar modelos innovadores al aprovechar eficazmente los recursos naturales y así lograr satisfacer las necesidades de los consumidores.

La manufactura a lo largo de la historia se ha convertido en una actividad fundamental para la civilización humana, esta tuvo dos aspectos fundamentales que la llevaron a convertirse en lo que es hoy en día, en primer lugar el descubrimiento y la invención por parte del hombre de los materiales y los procesos para fabricar cosas y en segundo lugar el desarrollo de los sistemas de producción. Por lo tanto la manufactura se puede ver desde un enfoque técnico (la transformación física y química que lleva al material más cerca del estado final) y un enfoque económico (que busca agregarle valor a este material).

Las industrias manufacturas se dividen en tres tipos, las industrias primarias (la cual cultiva y extrae los recursos naturales), las industrias secundarias (que se encargan de la transformación de los materiales en bienes de consumo) y las industrias terciarias (conformadas por los servicios de la economía), por medio de esta lúdica al simular el procesos siderúrgico se logra observar un poco como funciona la industria primarias, pero en su mayoría nos enfocaremos en la industria secundaria.

El producto obtenido a través del proceso siderúrgico es el acero el cual es el resultado de los diversos procesos a materiales clasificados por su composición como metales, más específicamente por medio de las aleaciones de los metales ferrosos con la ayuda de diversas máquinas y herramientas de producción. El acero en la vida cotidiana tiene múltiples aplicaciones en sectores como el de la producción de automóviles, envases y construcción; de ahí la importancia de entender este proceso industrial.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

3. OBJETIVO

Simular el proceso de manufactura de la siderurgia con el fin de identificar las actividades, etapas y sistemas necesarios para transformar las materias primas en productos (en este caso acero).

4. MARCO TEÓRICO

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Los procesos industriales son el conjunto de etapas o fases las cuales permiten transformar materias primas en productos o subproductos, con el uso de suministros y la adición de energía, mediante reacciones o cambios físicos con el objetivo de agregar valor a un material.(Eraso, 2008)
- Manufactura es “la aplicación de procesos físicos y químicos para alterar la geometría, propiedades o apariencia de un material de inicio dado para fabricar piezas o productos; la manufactura también incluye el ensamble de piezas múltiples para fabricar productos”.(Groover, 2014, p.2)
- Las Industria Manufactureras son empresas y organizaciones que producen o abastecen bienes y servicios, las cuales pueden clasificarse como primarias, secundarias y terciarias. (Kalpakjian y Schmid, 2008).
- Siderurgia es la rama de la metalurgia que trabaja con los materiales ferrosos incluye desde el proceso de extracción del mineral de hierro hasta su presentación comercial para ser utilizado por el fabricante de productos. (Payno y Setien,s.f)
- Los Metales ferrosos “se basan en el hierro: el grupo incluye acero y hierro colado. Dichos metales constituyen el grupo comercial más importante, más de las tres cuartas partes del peso total de los metales de todo el mundo”.(Groover, 2007, p.8)
- El acero es “una aleación de hierro-carbono que contiene 0.02%-2.11% de carbono. Es la categoría más importante dentro del grupo de metales ferrosos. Es frecuente que su composición incluya otros elementos de la aleación, tales como manganeso, cromo, níquel y molibdeno, para mejorar las propiedades del metal”.(Groover, 2007, p.9)
- Diagrama Pictórico: Es aquel mediante el cual se elabora una representación gráfica de las tareas, secuencias, entradas, salidas, entre otros de un proceso específico.
- Diagrama ANSI: Es un diagrama de flujo en el cual se utiliza la simbología establecida por el Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales, el cual permite un análisis detallado de las interacciones de un proceso.

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitaran los siguientes recursos:

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

• **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
6	Mecanismos Simples de Lego	
6	Mecanismos Simples y Motorizados	
6	Neumático	

Cantidad	Elementos
6	Formatos necesarios incluidos los que se encuentran en la sección de anexos.

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
6	Líder de Procesos Industriales	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares
18	Auxiliares de Procesos Industriales	Servirán como apoyo a el Líder y ayudarán a elaborar los diagramas

Nota: Los recursos materiales y humanos anteriormente descritos son los necesarios para los seis (6) equipos.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para seis (6) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollara de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre el proceso siderúrgico y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada equipo trabaja como una cuadrilla de operarios de Procesos Industriales, los cuales están encargados de elaborar el diseño del proceso de una Siderúrgica (se tendrá como referencia el proceso analizado luego de la practica a Acerías Paz del Rio), para lo cual deberán elaborar el diagrama pictórico del proceso con la ayuda de los 3 Sets de lego que tendrán a la mano, para esta lúdica es necesario por parte de los estudiantes que demuestren altos niveles de creatividad y trabajo en equipo.

Fase 3: Proceso Siderúrgico: A continuación se dará una breve descripción de las fases que mínimo deberán tener en cuenta para desarrollar el diagrama pictórico:

- **Explotación de materias primas:** Es el proceso mediante el cual se obtienen los recursos naturales necesarios para el proceso siderúrgico los cuales son: mineral del hierro, caliza y carbón; los cuales antes de entrar a el proceso como tal son lavados, triturados y probada su granulometría.
- **Coquería:** Es el proceso mediante el cual se produce el coque a partir de la quema del carbón para lo cual se utiliza una batería de hornos, luego del deshorne y apagado mediante duchas el coque es enviado al circuito de tamización, de acuerdo a su tamaño grano fino o grano grueso estos son transportados a los a los procesos correspondientes.
- **Sinterización:** Se mezclan los finos de hierro, finos de caliza, laminilla y agua con la función de aglomerar y dar permeabilidad a la mezcla, luego el coque actúa como fundente transformándolo en una torta llamada sinter que una vez enfriada y cribada es apta para la siguiente fase.
- **Alto horno:** En este se reducen la caliza, el grueso de mineral de hierro, el coque y el sinter; los cuales son almacenados a través de bandas transportadoras en tolvas. Estos materiales son alimentadas por la parte superior del horno mediante un sistema de carga para transformarlas de solidas a líquidas. Consecuencia del proceso de transformación en el alto horno se obtiene un producto líquido llamado arrabio el cual es rico en hierro y la cual es la materia prima principal para la fabricación del acero. El arrabio liquido es depositado en recipientes llamados cucharas y por vía férrea es transportada al siguiente proceso.
- **Aceración:** El arrabio proveniente del alto horno llega a la acería donde es desescoreado, se almacena y se conserva su temperatura, con el fin de homogenizar la mezcla para entregar el producto en las mejores condiciones posibles a los transformadores. El acero se puede obtener de dos formas:
 - **Horno eléctrico:** El acero también puede formarse al procesar la chatarra (de origen del propio proceso o comprada) a través del horno eléctrico.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

<ul style="list-style-type: none"> - Colada continua: Es el proceso en el que el acero líquido se transforma en forma sólida, en la cual se obtiene palanquillas. • Laminación: La función principal que realiza la planta de laminación es la transformación de acero mediante el proceso de deformación en caliente de las barras de sección cuadrada (palanquilla) que se producen en la máquina de colada continua. La palanquilla se transforma en barras corrugadas, rollos de alambre liso o corrugado los cuales son el producto final. <p>Fase 4: Elaboración del diagrama pictórico: Teniendo en cuenta la anterior descripción del proceso los equipos se dispondrán a elaborar el diagrama pictórico con la ayuda de las piezas de Lego, para esto tendrán total libertad creativa, pueden hacer énfasis en los pasos de cada una de las fases anteriormente descritas.</p> <p>Fase 5: Verificación del diagrama Pictórico: Luego de que cada equipo considere que ya tiene correctamente elaborado el diagrama pictórico, el líder se dirige a el docente para que este verifique la idoneidad del diagrama, si este esta correcto los estudiantes pueden seguir a la siguiente fase, si no deberán hacer las correcciones necesarias.</p> <p>Nota: Para la verificación del diagrama pictórico se tiene de apoyo el Anexo A el cual es el diagrama del proceso de Acerías Paz de Rio.</p> <p>Fase 6: Elaboración del diagrama ANSI: Luego de haber diseñado el diagrama pictórico los equipos procederán a transcribir la información del diagrama pictórico a un diagrama tipo ANSI el cual será realizado en el Anexo B, además en este mismo anexo deberán resolver los interrogantes que ahí se plantean. El ganador será el equipo que desarrolle correctamente las fases anteriormente descritas en el menor tiempo posible.</p>
7. RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, pero para esto debe tener en cuenta la cantidad de Sets de Mecanismos Simples de Lego con los que se cuenta. • Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de esta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir. • La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.
8. RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo a través de la solución del formato en el Anexo B. • En el Anexo C se encontrara la solución al formato del Anexo B.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 6 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

9. CONCLUSIONES

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cuáles son los procesos, materiales, actividades y maquinas necesarias para la obtención de acero, por medio de la realización de un diagrama pictórico para lo cual se necesitó grandes niveles de creatividad y de conocimiento del proceso siderúrgico.

10. BIBLIOGRAFÍA

Erazo, O. (2008). *Proceso de manufactura en Ingeniería Industrial*. Universidad Abierta y a distancia. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/4998/332571_Modulo2011.pdf;jsessionid=23A7052AB7CEA025716AE08A3423BB0B.jvm1?sequence=1

Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*. McGraw-Hill.

Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna manufactura (3ª Edición)*. McGraw-Hill.

Kalpakjian, S y Schmid, S.R. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología (5ª Edición)*. Pearson Educación.

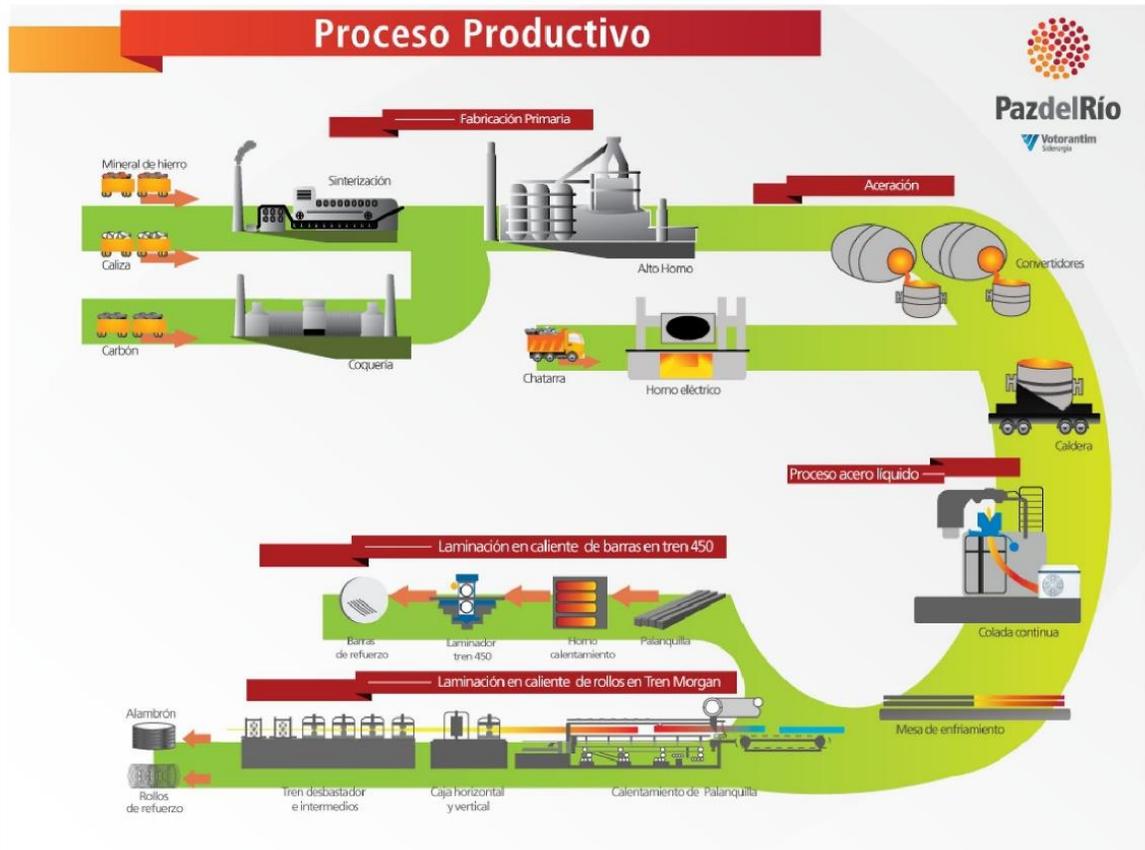
Payno, M y Setien, J.(s.f). *Metalurgia y Siderurgia*. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1060/course/section/1242/Bloque%204%20siderurgia.pdf>

[Proceso Productivo de Acerías Paz de Rio]. <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Productos/PublishingImages/Proceso-Productivo.png>



11. ANEXOS

Anexo A: Diagrama Pictórico de Referencia

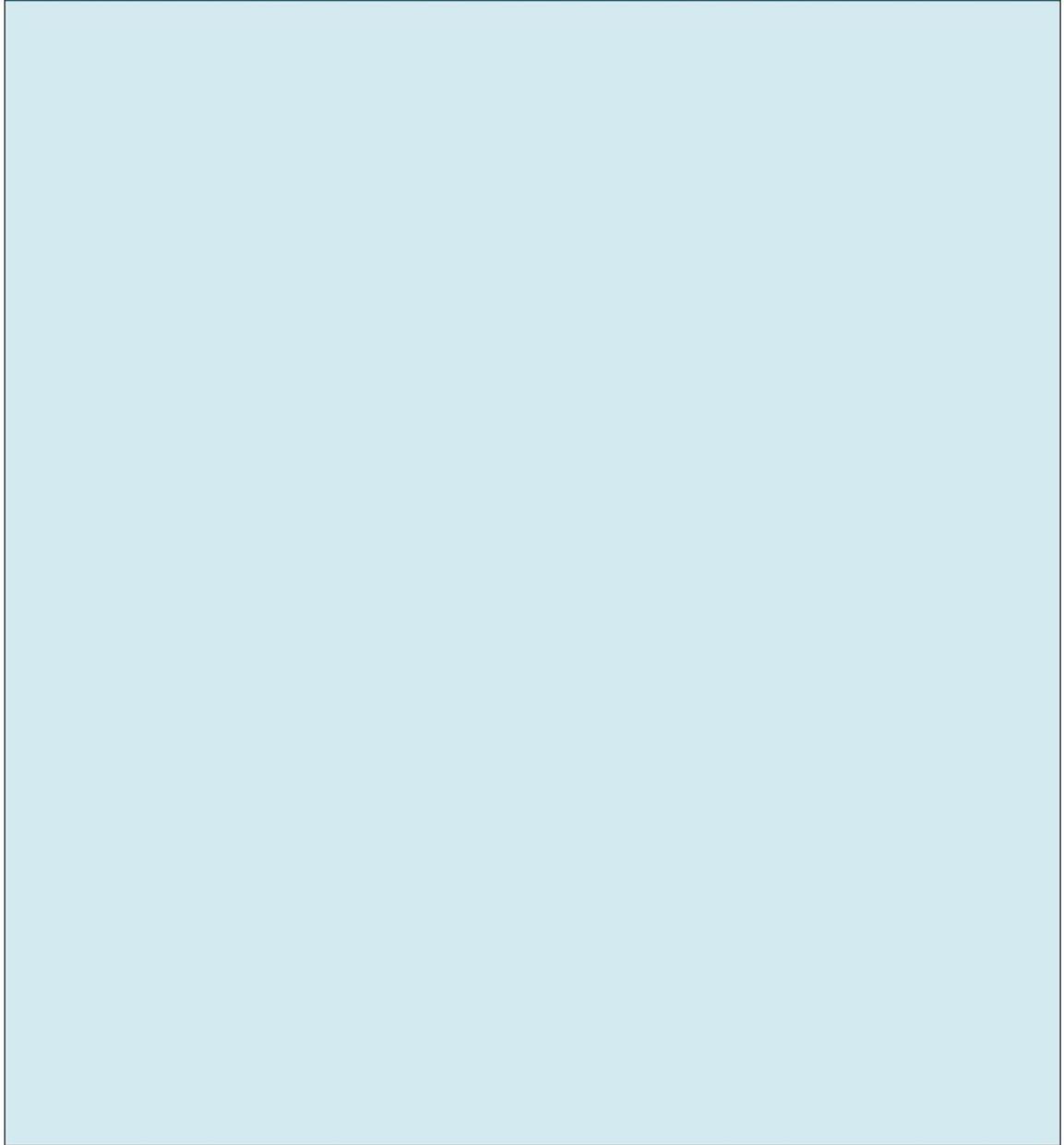


[Proceso Productivo de Acerías Paz de Río]. Recuperado de: <http://www.pazdelrio.com.co/es-es/Productos/PublishingImages/Proceso-Productivo.png>

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

Anexo B: Formato de Resultados

DIAGRAMA ANSI DEL PROCESO SIDERURGICO

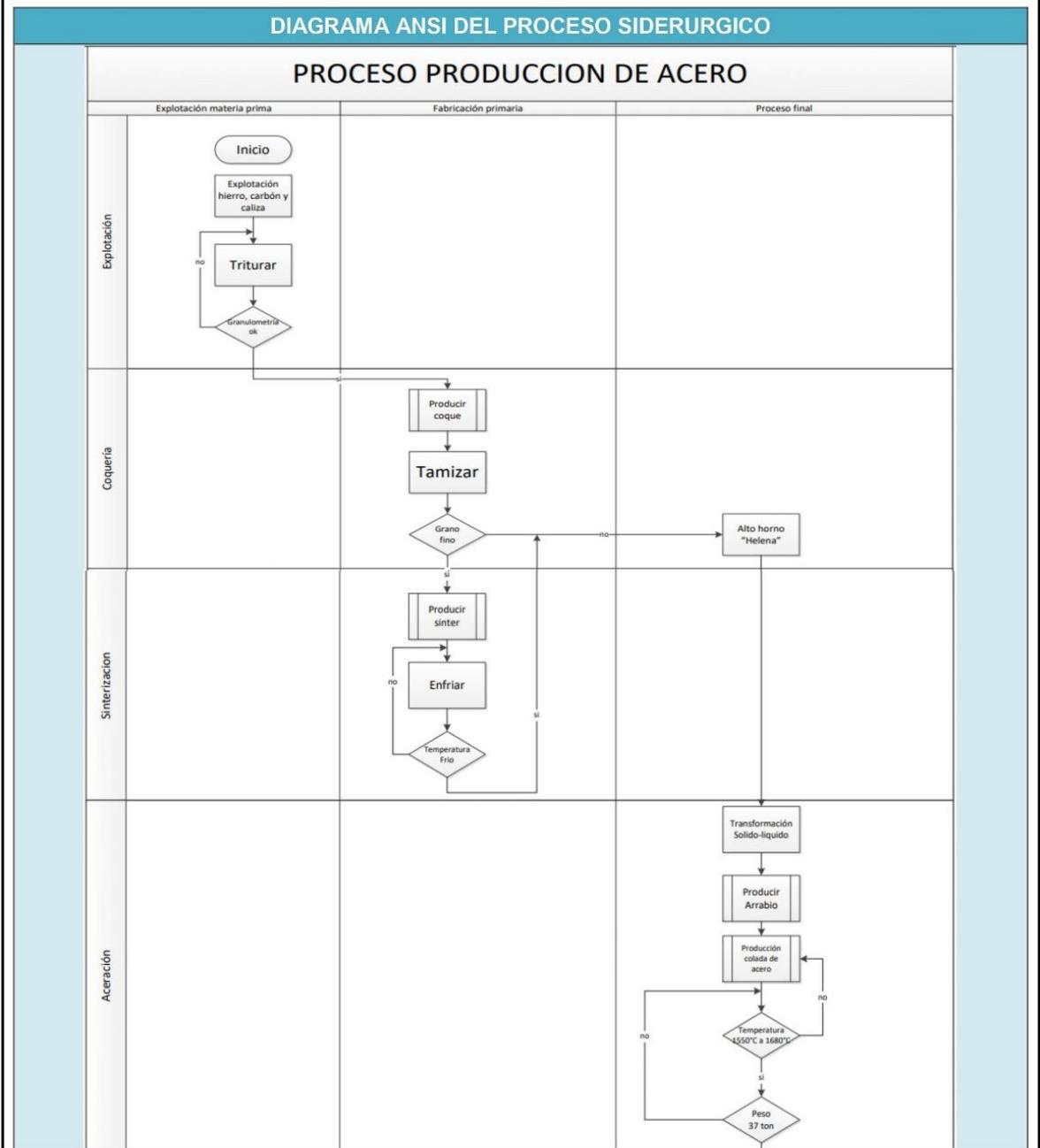


	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 9 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

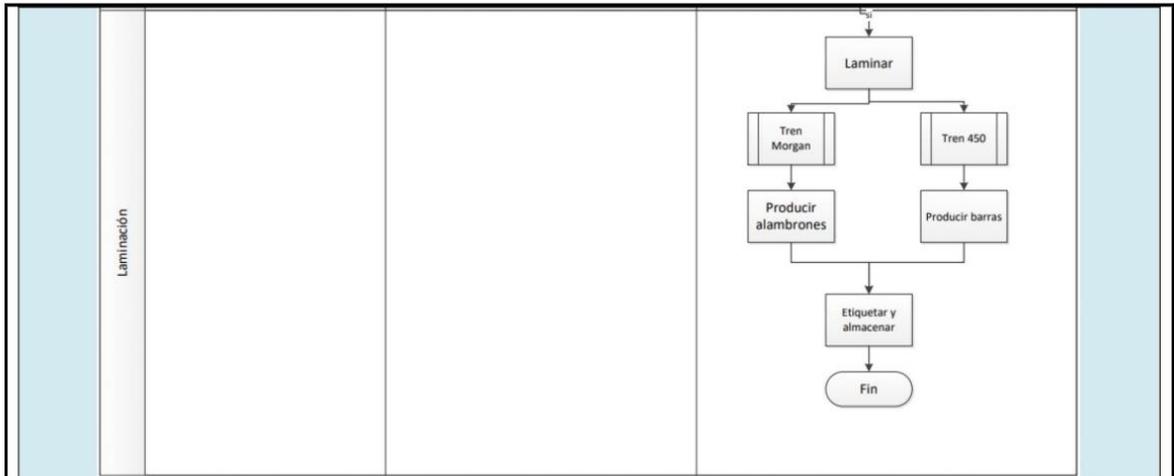
Responda que materiales, insumos y suministros se necesitan y que productos, subproductos y desperdicios se generan en el proceso siderúrgico		
Materias Primas	Insumos	Suministros
Productos	Subproductos	Desperdicios
¿Qué tipo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico?		
¿Qué flujo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico?		
¿A qué sector de las Industrias Manufactureras pertenece?		



Anexo C: Solución de formato para verificación



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 11 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	



Responda que materiales, insumos y suministros se necesitan y que productos, se generan en el proceso siderúrgico.

Materias Primas	Insumos	Suministros
Mineral de Hierro Carbón Caliza	Chatarra	Energía Gas Natural ACPM Oxígeno Agua/ Vapor
Productos		Subproductos
Alambón Barras corrugadas Rollos corrugados Acero figurado		Arrabio Sinter Coque Carbón Alquitrán

¿Qué tipo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico? : Se observa un proceso continuo puesto que desarrolla productos estandarizados, con altos volúmenes de producción, cada producto es procesado por un método idéntico.

¿Qué flujo de proceso se realiza en el proceso siderúrgico?: Se observa un flujo lineal pues tiene baja variedad en los productos, altos volúmenes de producción, los productos están estandarizados, tiene un flujo ordenado y alta utilización de capacidad.

¿A qué sector de las Industrias Manufactureras pertenece?: Al sector primario y secundario

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO		CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS		VERSIÓN: 01	PÁGINA: 1 de 11
			VIGENCIA: 31- 05- 2022	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIOS	ASIGNATURA	CÓDIGO ASIGNATURA	SEMESTRE
Ingeniería Industrial	1020	Modelos Matemáticos	50413433	VI
ASIGNATURAS ASOCIADAS			CÓDIGOS ASIGNATURAS	SEMESTRES
Investigación de operaciones I			50413430	VII
PRÁCTICA NO.	LABORATORIO DE	NOMBRE DE LA LÚDICA		DURACIÓN
13	Cadenas de Markov	La gran cadena de supermercados		2 Horas
1. RESUMEN				
<p>Por medio de esta lúdica se brinda una herramienta de aprendizaje a los alumnos de Ingeniería Industrial, al trabajar el concepto de cadenas de Markov, con el fin de proporcionar un instrumento que permita la aplicación y entendimiento de esta importante temática. En esta lúdica simulara el uso de las cadenas de Markov en uno de sus campos de aplicación donde se identificarán patrones de comportamiento de los clientes. Para su elaboración requieren del conocimiento de diversos elementos como son los estados iniciales y la matriz de transición, mediante esta lúdica se analizarán los cambios en las preferencias de los usuarios en tres supermercados.</p>				
2. INTRODUCCIÓN				
<p>La implementación de las cadenas de Markov, ha comenzado a usarse en los últimos años como instrumento de investigaciones de mercadotecnia, para examinar, analizar y pronosticar patrones de comportamiento de los clientes desde el punto de vista de cambios en la preferencias de marcas y su lealtad por las mismas, la aplicación de esta técnica, ya no solo se limita a la mercadotecnia, sino que su campo de acción se ha podido ampliar en diferentes ámbitos, como lo es el de la biología donde analizan el comportamiento de moléculas y predicción de comportamientos, en la genética y paleontología, para analizar la evolución de las especies, entre otras.</p> <p>Las cadenas de Markov constituyen una herramienta eficiente para el análisis a corto y a largo plazo de procesos que cambian de estado con el transcurso del tiempo, en los que la probabilidad de estar en un estado determinado depende del estado en el cual se encontraba el sistema (López y Joa, 2017), es decir, una cadena de Markov, representa un sistema que varía un estado a lo largo del tiempo, siendo cada cambio una transición del sistema.</p> <p>Mediante el modelo de cadena de Markov, es posible describir y analizar los cambios hechos, mediante medidas alternas que reflejen hacia el futuro índices de satisfacción o insatisfacción del “cliente” a través de las respuestas del mercado.</p>				
3. OBJETIVO				
<p>Analizar los cambios en las preferencias de los usuarios por tres supermercados, mediante la aplicación de cadenas de Markov.</p>				
4. MARCO TEÓRICO				

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 2 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

Para fines de esta guía de laboratorio los conceptos utilizados se definirán y entenderán así:

- Cadena de Markov: “las cadenas de Markov son una herramienta para analizar el comportamiento y el gobierno de determinados tipos de procesos estocásticos, es to es, procesos que evolucionan de forma no determinística a lo largo del tiempo en torno a un conjunto de estados” (Suñé, Fonllosa, Fernández y Sallán, 2017).
- Estados: “son una caracterización de la situación en que se halla el sistema en un instante determinado. Dicha caracterización puede ser tanto cuantitativa como cualitativa” (Suñé, Fonllosa, Fernández y Sallán, 2017).
- Matriz de transición: La matriz de transición de un proceso de Markov es una matriz estocástica, lo cual quiere decir que es una matriz a valores no negativos (pues corresponden a probabilidades de paso de un estado a otro) y que la suma de los elementos de cualquier fila da 1: para cualquier $i \in E$ (Yazlle, 2010).

5. RECURSOS

Para el desarrollo de la presente lúdica se necesitarán los siguientes recursos:

- **Recurso Materiales:**

Cantidad	Set de Lego	Imagen
5	Mecanismos Simples de Lego	
5	Mecanismos Simples y Motorizados	

Cantidad	Elementos
5	Formatos para solución de la lúdica, se encuentran en la sección de anexos.
5	Planos

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 3 de 11
		VIGENCIA: 31- 05- 2022	

• **Recursos Humanos:**

Numero	Rol	Descripción
5	Líder de Modelos Matemáticos	Será la persona encargada de dirigir y definir roles de los auxiliares
15	Auxiliares de Modelos Matemáticos	Servirán como apoyo al Líder y ayudarán a elaborar los cálculos

6. METODOLOGÍA

La lúdica está diseñada para cinco (5) equipos cada uno compuesto por cuatro (4) estudiantes, la cual se desarrollará de la siguiente manera:

Fase 1: Socialización de la lúdica: En la cual se dará a los alumnos una breve presentación por parte del docente sobre Cadenas de Markov y seguidamente se dará la explicación de la lúdica.

Fase 2: Planteamiento de la lúdica: Cada grupo trabaja como un equipo de modelos matemáticos, los cuales laboran para el gerente de una empresa dueña de tres supermercados en una comunidad. La gerencia de la empresa está considerando utilizar Cadenas de Markov para analizar los cambios en las preferencias de los usuarios por los tres supermercados, llamados Etsy, Aldi y Arket (estados). Se conocen los siguientes datos: el 1 de mayo, $\frac{1}{4}$ de los clientes va a Etsy, $\frac{1}{3}$ a Aldi y $\frac{5}{12}$ a Arket (estado inicial) de un total de 1500 personas. Cada mes el supermercado Etsy retiene el 90% de sus clientes y pierde el 10% que se va al supermercado Aldi. Igualmente se conoce que el supermercado Aldi solo retiene 5% y pierde el 85% que va al supermercado Etsy y el resto se va para Arket, el supermercado Arket retiene solo el 40%, pierde el 50% que va a Etsy y el 10% va a Aldi.

Fase 3: Ubicación de supermercados en los planos: A cada equipo se le entregara un plano de la comunidad (ver Anexo A) en un tamaño equivalente a un pliego de papel (100cm x 70cm), donde estarán ubicados los tres supermercados, luego procederán con ayuda de las piezas Lego a armar los supermercados y ubicarlos en el plano.

Nota: Para armar los supermercados cada grupo contara con un (1) set de mecanismo simple de Lego y un (1) set de mecanismos simples y motorizados, los diseños de los supermercados serán elaborados como lo crea pertinente cada equipo.

Fase 4: Elaboración matriz de transición y representación gráfica: Luego de situar sobre los planos los supermercados (Etsy, Aldi y Arket) el equipo de modelos matemáticos procederá a elaborar la matriz de transición, con los datos que se encuentran en la Fase 2, igualmente tendrán que elaborar la representación gráfica de la matriz de transición.

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 4 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

Nota: La elaboración de la matriz de transición y la representación gráfica de la matriz, deberán diligenciarse en el formato del Anexo C en la sección de matriz de transición y representación gráfica, respectivamente.

Fase 5: La gerencia de la empresa quiere saber con qué proporción de clientes contará en sus supermercados dentro de los 2 siguientes meses, para esto el equipo de modelos matemáticos tendrá que realizar las operaciones necesarias para conocer estas proporciones.

Nota: Los resultados de estas proporciones deberán ser escritos en el formato del Anexo C en la sección de proporciones para los siguientes 2 meses.

Fase 6: Después de tener todos los resultados diga según su opinión, que proporciona el uso de las Cadenas de Markov en diferentes situaciones empresariales.

Nota: Diligencie estas conclusiones en el Anexo C.

Nota 2: Adicionalmente, a cada equipo se le entregará un mapa, (Anexo B) con las posibles soluciones. Se debe tener en cuenta que los estados iniciales se encuentran ubicados en el comienzo del plano, los estudiantes al realizar los cálculos deberán tomar los caminos adecuados para así obtener los resultados correctos que se encuentran al final de los caminos, por esta razón solo habrá una solución para el ejercicio.

7. RECOMENDACIONES

- El docente puede realizar modificaciones en el número de equipos al aumentarlos o disminuirlos dependiendo la cantidad de estudiantes que conformen la clase, pero para esto debe tener en cuenta la cantidad de Sets con los que se cuenta.
- El docente podrá cambiar los datos para que cada equipo realice la lúdica, si así lo considera pertinente.
- Se recomienda que el docente al finalizar la lúdica haga una retroalimentación de ésta con los alumnos con el fin de aclarar dudas que pudiesen surgir.
- La presente guía no sugiere informes adicionales para los estudiantes, estos quedan a consideración de cada docente.

8. RESULTADOS

- Los estudiantes al finalizar la lúdica deberán detallar los resultados obtenidos durante el desarrollo a través de la solución del formato en el Anexo C.
- Los resultados de cada equipo podrían variar, si el docente decide cambiar los datos para cada equipo. En el Anexo D se encuentra la solución del ejercicio propuesto.

9. CONCLUSIONES

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 5 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

A través de esta lúdica los estudiantes lograron entender cómo funcionan las Cadenas de Markov y su importancia en diferentes campos de aplicabilidad. También en este apartado se incluirán los aportes personales de los alumnos de acuerdo a lo realizado y observado en la práctica.

10. BIBLIOGRAFÍA

López, E. y Joa, L. (2017). Cadenas de Markov aplicadas al análisis de la ejecución de proyectos de investigación. *Revista Cubana de Informática Médica*, 9, 44-51. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592017000100005

Suñé, A., Fonollosa, J., Fernández, V. y Sallán, J. (2017). *Cadenas de Markov: métodos cuantitativos para la toma de decisiones III*. Universidad Politécnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.

Yazlle, J. (2010). Cadenas de Markov. http://www.unsa.edu.ar/yazlle/public_html/discreta/08-markov.pdf

11. ANEXOS

Anexo A: Planos de ubicación de supermercados



Anexo B: Mapa



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 7 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

Anexo C: Formato de resultados

CADENAS DE MARKOV

- MATRIZ DE TRANSICIÓN

- REPRESENTACIÓN GRÁFICA MATRIZ DE TRANSICIÓN

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 8 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

- PROPORCIONES PARA LOS 2 MESES SIGUIENTES:

- CONCLUSIONES

	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 9 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

Anexo D: Solución de ejercicio propuesto

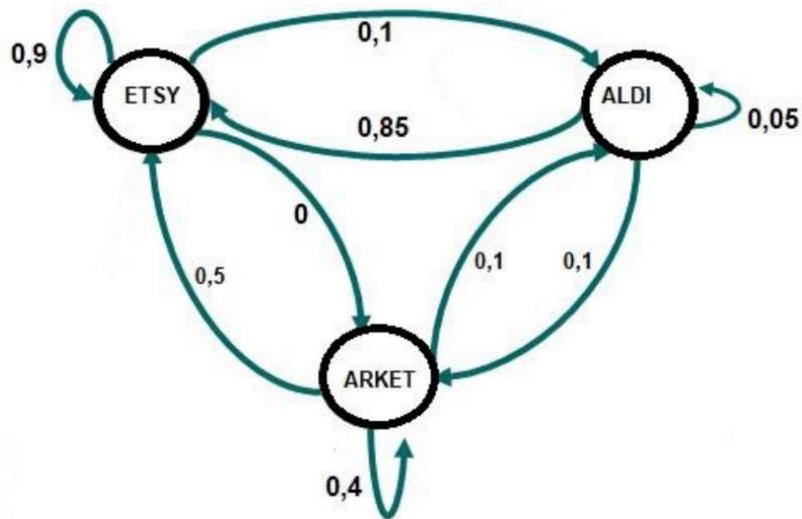
CADENAS DE MARKOV

- MATRIZ DE TRANSICIÓN

$$\begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0,85 & 0,05 & 0,1 \\ 0,5 & 0,1 & 0,4 \end{pmatrix}$$

$$P_0 = \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{5}{12} \right)$$

- REPRESENTACIÓN GRÁFICA MATRIZ DE TRANSICIÓN



	UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO	CÓDIGO: FO – DOC - 01	
	FORMATO GUÍA DE LABORATORIO DE LA FÁBRICA DIDÁCTICA DE LEGOS	VERSIÓN: 01	PÁGINA: 10 de 11
VIGENCIA: 31- 05- 2022			

- PROPORCIONES PARA LOS 2 MESES SIGUIENTES:

Ahora procedemos a encontrar los estados en los siguientes pasos o tiempo, se realiza multiplicando la matriz de transición por el estado inicial y así sucesivamente, pero multiplicando por el estado inmediatamente anterior.

	Etsy	Aldi	Arket
Etsy	0,9	0,1	0
Aldi	0,85	0,05	0,1
Arket	0,5	0,1	0,4

Po	1/4	1/3	5/12
----	-----	-----	------

Para hallar las proporciones del mes de junio, se multiplica la matriz inicial por el estado inicial. De esta manera para el mes junio, las proporciones serán:

$$= (1/4*0,9) + (1/3*0,85) + (5/12*0,5) = 0,7167$$

$$= (1/4*0,1) + (1/3*0,05) + (5/12*0,1) = 0,0833$$

$$= (1/4*0) + (1/3*0,1) + (5/12*0,4) = 0,2000$$

P1	0,7167	0,0833	0,2000
----	--------	--------	--------

Ahora se multiplica la matriz inicial por ella misma, y se obtienen los siguientes resultados.

	Etsy	Aldi	Arket
Etsy	0,895	0,095	0,01
Aldi	0,8575	0,0975	0,045
Arket	0,735	0,095	0,17

De esta manera para el mes Julio, las proporciones serán:

$$= (1/4*0,895) + (1/3*0,8575) + (5/12*0,735) = 0,8158$$

$$= (1/4*0,095) + (1/3*0,0975) + (5/12*0,045) = 0,0958$$

$$= (1/4*0,01) + (1/3*0,045) + (5/12*0,17) = 0,0833$$

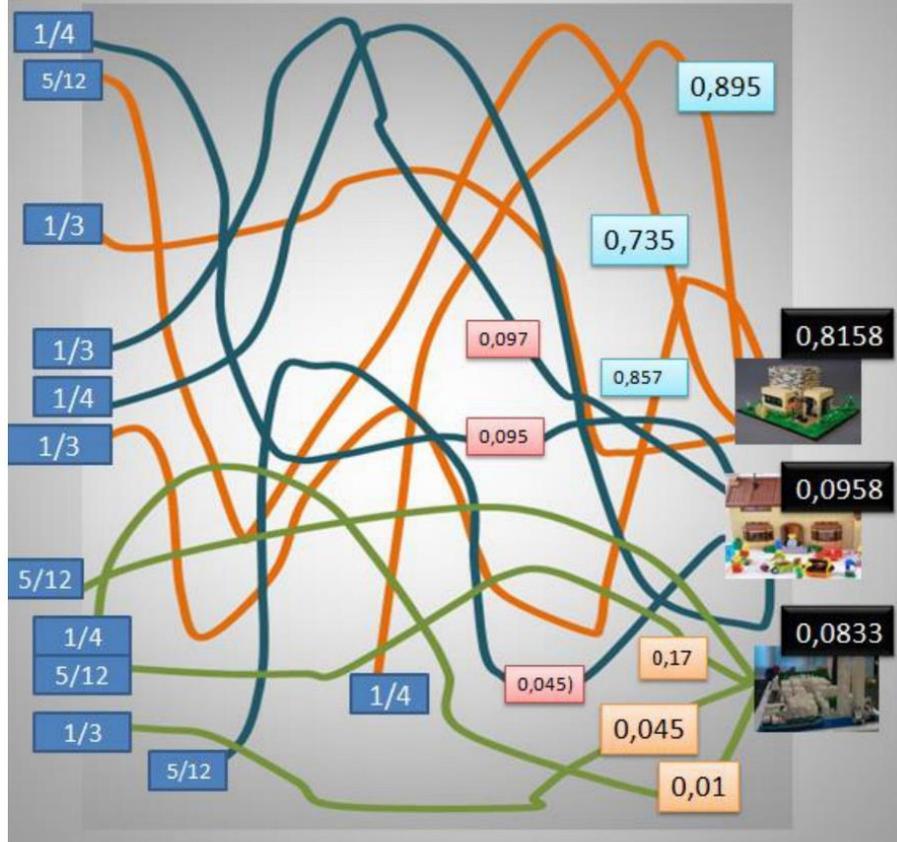
P2	0,8158	0,0958	0,0883
----	--------	--------	--------

La proporción es del 81,58% para Etsy, 9,58% para Aldi y 8,83% para Arket.

Los datos arrojados se pueden evidenciar a continuación:



CADENA DE MARKOV



- CONCLUSIONES

En ocasiones resulta complicado determinar cuál va a ser la evolución de ciertos aspectos empresariales sujetos a variaciones constantes. Esto puede dificultar la adecuación de esfuerzos económicos y de personal, entre otros. Una manera diferente de controlar ciertos factores de la gestión de un negocio es realizar aproximaciones o previsiones en base a la utilización de cadenas de Markov. No es un método totalmente exacto, pero sí útil para previsiones a largo o muy largo plazo.