

Diseño y desarrollo en Flash de un juego didáctico para el aprendizaje de herramientas Lean Manufacturing

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universitat Politècnica de València

Alumno: **Alfredo Mauricio Quito Sinchi**

Director(es): Francisca Sempere Ripolli

Fecha de entrega: Julio 2017

Contenido

Resumen	6
Palabras clave.....	7
1 Introducción.....	8
1.1 Lean Manufacturing	8
1.2 Las 5S como herramienta del Lean Manufacturing	12
1.3 Uso de juegos y simulaciones en la enseñanza de Lean Manufacturing	20
2 Objetivos	28
3 Software de diseño y lenguaje de programación utilizado	29
3.1 Elección del software	29
3.2 Adobe Flash Player y Action Script 3 (AS3)	31
4 Desarrollo y descripción del juego.....	36
4.1 Factores para el desarrollo del juego.....	36
4.2 Descripciones generales del juego.....	37
4.3 Interfaz de manejo del juego	38
4.4 Seiri-Separar	40
4.5 Seiton-Ordenar.....	43
4.6 Seiso-Limpiar	46
4.7 Seiketsu-Estandarizar	48
4.8 Shitsuke-Disciplina	51
5 Validación de la Aplicación	55
6 Conclusiones y líneas futuras de investigación.....	63
Referencias bibliográficas	64

Índice de figuras

Figura 1: Casa Lean.	12
Figura 2: Etiqueta roja.	15
Figura 3: Círculo de frecuencia de uso.....	16
Figura 4: Ejemplo de Estandarización.....	18
Figura 5: Folletos de las 5S.	19
Figura 6: Vista de la pantalla de juego.....	26
Figura 7: Simulación en MINECRAFT.	27
Figura 8: Entorno de trabajo de Adobe Flash CS6.....	32
Figura 9: Capas y línea de tiempo de Adobe Flash CS6.....	32
Figura 10: Ventana de Configuración de publicación.....	33
Figura 11: Ventana de acciones.....	34
Figura 12: Ventana Convertir en símbolo.....	35
Figura 13: Propiedades de Símbolo-Nombre de instancia.....	35
Figura 14: Escenario Inicial Fábrica de Puertas.	37
Figura 15: Transiciones entre etapas.....	38
Figura 16: Ubicación botones 1 y 2.	39
Figura 17: Ubicación botones 3 y 4.	39
Figura 18: Pantalla Inicial del juego.	39
Figura 19: Pantalla de inicio Seiri.....	40
Figura 20: Etiquetas Rojas.	40
Figura 21: Área de diseño ampliado, etapa Seiri.....	41
Figura 22: Antes y después de aplicar Seiri, sección Diseño y corte.	42
Figura 23: Mensaje de error, Seiri..	42
Figura 24: Mensaje de objetivo cumplido, Seiri.	43
Figura 25: Pantalla de inicio Seiton.	43
Figura 26: Estado inicial del área de diseño.	44
Figura 27: Círculo de frecuencia de uso e información de un elemento.	44
Figura 28: Clasificación de los elementos.....	45
Figura 29: Elemento clasificados, botón Círculo de frecuencia de uso.	45
Figura 30: Nuevo estado del área de diseño luego de aplicar Seiton.	46
Figura 31: Nuevo estado de la planta luego de implantar Seiton.	46
Figura 32: Pantalla inicial Seiso.....	47

Figura 33: Seiso iniciado, tiempo en movimiento, elementos removidos.....	47
Figura 34: Tiempo terminado, mensaje de reintentar.....	48
Figura 35: Nuevo estado de la planta luego de Seiso.....	48
Figura 36: Pantalla inicial Seiketsu.	49
Figura 37: Estado inicial, y menú estandarizar.....	49
Figura 38: Áreas demarcadas con colores distintos.....	50
Figura 39: Zonas de tipo de producto demarcadas.....	50
Figura 40: Zona de circulación demarcada.....	51
Figura 41: Estado final de la planta luego de Seiketsu.....	51
Figura 42: Pantalla inicial Shitsuke.	52
Figura 43: Formulario de auditoría.....	52
Figura 44: Área a ser auditada, Diseño.....	53
Figura 45: Pantalla de finalización del juego..	53
Figura 46: Imágenes del proceso de implantación.....	54
Figura 47: Resultado encuesta, pregunta 1.....	55
Figura 48: Resultado encuesta, pregunta 2.....	56
Figura 49: Resultado encuesta, pregunta 3.....	56
Figura 50: Resultado encuesta, pregunta 4.....	57
Figura 51: Resultado encuesta, pregunta 5.....	57
Figura 52: Resultado encuesta, pregunta 6.....	58
Figura 53 : Resultado encuesta, pregunta 7.....	58
Figura 54: Resultado encuesta, pregunta 8.....	59
Figura 55 : Resultado encuesta, pregunta 9.....	59
Figura 56: Resultado encuesta, pregunta 10.....	60
Figura 57: Resultado encuesta, pregunta 11.....	60
Figura 58 : Resultado encuesta, pregunta 12.....	61
Figura 59 : Resultado encuesta, pregunta 13.....	61

Índice de tablas

Tabla 1: Investigación que mide los resultados de la reacción de un juego de simulación	22
Tabla 2: Sumario de Juegos y Simulaciones de Lean Manufacturing.....	23
Tabla 3: Sumario de Juegos y Simulaciones de Lean Manufacturing.....	25
Tabla 4: Características de juegos enfocados a las 5S.....	27
Tabla 5: Ventajas y desventajas de las opciones para desarrollar un juego.....	30
Tabla 6: Resumen de respuesta de la encuesta de satisfacción..	62

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster, tiene por finalidad diseñar y desarrollar, haciendo uso de Flash, un juego didáctico para el aprendizaje de herramientas de lean manufacturing. Respondiendo a las nuevas metodologías existentes para los procesos de enseñanza y aprendizaje, en donde recurrimos a los conceptos de juegos serios y gamificación, en la revisión bibliográfica se evidencia la existencia de varios juegos con este propósito. La herramienta lean a ser tratada es la metodología 5S, la cual se enfoca en mejorar el orden y la limpieza de las empresas, para lo cual en el juego se simula un proceso de fabricación de puertas de madera, con sus diferentes áreas y procesos, herramientas, residuos, etc, respectivos. El jugador deberá ir interactuando con cada escenario planteado, los cuales representan a cada una de las cinco etapas de implantación, el Seiri - Separar, Seiton - Ordenar, Seiso - Limpiar, Seiketsu - Estandarizar y Shitsuke - Disciplina, en donde se aplican los diferentes conceptos propios de cada etapa. El juego es evaluado por estudiantes, para medir el grado de satisfacción del mismo, obteniendo un resultado positivo, en el cumplimiento de los objetivos del juego.



Palabras clave

- Lean Manufacturing
- Las 5S
- Juegos Serios
- Flash
- ActionScrip3 (AS3)
- Seiri-Separar
- Seiso-Ordenar
- Seiton-Limpiar
- Seiketsu-Estandarizar
- Shitsuke-Disciplina

1 Introducción

En la actualidad, las nuevas tecnologías están presentes en todos los aspectos de la vida cotidiana, donde todos podemos acceder a un ordenador o un dispositivo móvil, el cual lo hemos hecho parte de nuestro diario vivir, estando a un clic de acceder a toda la información, ya sea académica o de ocio, etc, esta tendencia ha creado una comunidad de nativos digitales, los cuales manejan la tecnología sin ningún problema y la usan para todas las tareas posibles e imaginables.

Esto ha generado que procesos o metodologías tradicionales, intenten asimilar y adaptarse a estos cambios, uno de estos aspectos son los procesos de enseñanza y aprendizaje, en todos los niveles de educación, sean primaria, secundaria, universitaria, profesional, etc.

En el presente trabajo nos centraremos en el proceso de enseñanza de herramientas de lean manufacturing, a través del uso de juegos y simulaciones, los cuales han derivado de tendencias actuales como los juegos serios, o los procesos de gamificación.

Como conocemos el Lean tiene muchas herramientas bajo su paraguas, pero en este trabajo nos hemos enfocado, en la que es considerada el pilar para implementar cualquier mejora lean, la metodología 5s, para lo cual hemos generado una propuesta de juego, con la ayuda de las herramientas proporcionadas por el paquete de productos de Adobe Flash Player, que permita transmitir de una manera eficiente y eficaz todos los conceptos que esto involucra.

Para comprender de mejor manera el tema tratado, hemos detallado los conceptos principales sobre lean y las 5s, así como una revisión bibliográfica que nos da a conocer todo lo referente a los juegos serios, su estado actual así como tendencias, esto se encuentra en este mismo apartado.

1.1 Lean Manufacturing

Es necesario mencionar un poco de los orígenes del Lean Manufacturing, sus raíces están ligadas, allá en la década de los 60's, cuando en un momento dado la industria automotriz, ícono de los EEUU, empezó a verse en dificultades debido a su pérdida de competitividad. Sus tres grandes empresas es decir, General Motors, Ford y Chrysler, empezaron a ver como perdían cuota de mercado frente a la empresa revelación del momento, la Toyota japonesa (Cabrera, 2012)

El MIT (Massachusetts Institute of Technology), realizó un estudio y llegó a la conclusión que el crecimiento de la Toyota de debía al empleo de nuevo y diferentes conceptos tanto en el área administrativa como productiva, en donde básicamente producían igual o más, con menor cantidad de recursos, de igual manera diversos autores como Jim Womack y Dan Jones, escribieron diversos libros, para de algún modo difundir los conceptos utilizados por Toyota.

Womack en su libro Lean thinking (Womack & Jones, 2010) definió el término Lean como:

“un sistema que utiliza menos recursos para crear al menos los mismos resultados producidos a través de los sistemas de producción tradicional, incrementando las variedades del producto requeridas por el Cliente final a un menor costo”.

Además es importante recalcar que dependiendo del contexto, la visualización o hasta la región geográfica, el Lean tiene diferentes sinónimos, siendo alguno de ellos:

- Producción Lean
- Producción Ajustada

- Manufactura Esbelta
- Etc..
-

Algunos autores han determinado la existencia de **estrategias del Lean Manufacturing**, las cuales de ser aplicadas, velarán por una correcta implantación y sobre mantenerlo vigente en el tiempo, en la bibliografía consultada se manifiestan 8 estrategias principales, mostradas a continuación:

- a) Reconocimiento de desperdicios: Aquí aparece el concepto de cadena de valor, (Hines & Taylor, 2000) la definen como *“Las actividades específicas dentro de una cadena de suministro requeridas para diseñar, ordenar y suministrar un producto o valor específico”*. Por lo cual es de vital importancia que todo el equipo que pertenece a la organización debe tener muy claro cuáles son las actividades principales de su cadena de valor y poder identificar cuales no generan valor y como consecuencia buscar su eliminación.
- b) Estandarización de procesos: Mientras más estandarizado sea el trabajo mucho más fácil será su ejecución. Por lo cual el implantar esta metodología lleva a tener procesos muy detallados, por ende estarán muy controlados, con lo cual se busca eliminar todas las variaciones que pudiesen aparecer. Esto aplica tanto a nivel productivo como administrativo.
- c) Flujo continuo: El objetivo es crear un flujo de producción libre de interrupciones, con lo cual se reduce el tiempo total de operación, teniendo como consecuencia mejora de costos como de los tiempos de entrega (Cabrera, 2012).
- d) Producción-Pull: A diferencia del sistema PUSH, el cual se basa el empujar la producción desde el inicio del proceso productivo, esta metodología busca producir de manera precisa y a tiempo solo exclusivamente lo que el cliente pida. Con lo cual se reducen inventarios.
- e) Calidad en la fuente: La idea principal es evitar que un producto defectuoso continúe su camino por la línea de producción. Para esto los mismos operarios serán los encargados de realizar los controles de calidad correspondientes, en cada uno de sus puestos de trabajo, siendo los responsables directos de la producción y dejar de depender de criterios externos.
- f) Mejora continua: Conocido también como KAIZEN, es un cambio de cultura y mentalidad empresarial, donde se manifiesta que siempre se pueden hacer las cosas de mejor manera, para lo cual se requiere todo un proceso de cambio, donde el involucramiento debe ser de toda la organización sobre todo con el apoyo de la dirección, hasta que se cree un ciclo de mejora continua, donde se acepten mejoras y sugerencias.
- g) Versatilidad: Todos los miembros de la organización deben participar de manera activa con las mejoras y propuestas para alcanzar los objetivos. La empresa debe buscar los métodos para que sus trabajadores sean capaces de realizar varias tareas, con lo cual debemos buscar llegar a tener operarios polivalentes.
- h) Trabajo en equipo: Siempre las empresa que aplican Lean en sus procesos, invierten mucho en la formación de su personal. Además que todos los miembros de la organización trabajen

en pro de los mismos objetivos es la principal tarea. La empresa debe formar y encontrar a los mejores perfiles para que lideren los equipos de trabajo.

El Lean Manufacturing, al tener la naturaleza de filosofía empresarial, a través del tiempo se han intentado sentar todas una bases, y principios a los cuales debe regirse, estos se convierten, en pautas generales que deben ser seguidas, algunos autores han definido dichos principios, siendo uno de ellos (Cabrera, 2012), en donde muestra 5 principios.

- a) Valor, definido desde la perspectiva del cliente: Existe una máxima que dice, *“El objetivo de toda empresa es la satisfacción del cliente”*, al cliente no le interesa como lo hagamos, el simplemente quiere cubrir una necesidad. La cual debemos cubrir en un plazo específico y a un costo adecuado.
- b) Definir la cadena de valor: La organización debe conocer que actividades es la que generar valor en su proceso y cuáles no. Obviamente existen procedimientos que por diversos motivos no se pueden eliminar, ya sea por razones de seguridad, políticas de la empresa, o cuestiones reglamentarias externas a la empresa. Pero todas aquellas actividades que estén de manera innecesaria deben ser eliminadas.
- c) Crear Flujo: Cuando diseñemos el flujo de nuestro proceso, debe ser de tal manera que cada etapa sea estrictamente necesaria de tal modo que agregue valor al producto, dejando de lado procesos innecesarios que generas gastos y costos. Se busca reducir el tiempo desde la recepción del pedido hasta que el cliente nos paga por la necesidad que hemos cubierto.
- d) Producción PULL: Debemos ser capaces de producir solo lo necesario, en base a pedidos en firmes de nuestros clientes. Sistemas como el MTS (Make to Stock), trabajan en base a pronósticos de previsión de la demanda, lo cuales están correctos, pero siempre existirá el margen de incertidumbre y una mala previsión puede ocasionar problemas de inventarios.
- e) La perfección como objetivo: Siempre habrá algo que mejorar, una vez que la empresa haya llegado hasta este punto, debe ser capaz de crear un ciclo que sea sostenible en el tiempo. Se habrá creado una cultura de empresa, en donde de manera colectiva como individual siempre se buscará la superación constante.

Uno de los objetivos principales del Lean, es la eliminación de las **mudas** palabra de origen japonés, la cual se traduce como despilfarro, según (Carreras & García, 2010) se define despilfarro como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente necesario para fabricarlo, por lo cual el cliente no estará dispuesto a pagar, se dice que la mayoría de ls procesos de las empresas son un 90% muda y un 10% desperdicio (Liker, 2004).

Taiichi Ohno, en su libro *“El sistema de producción Toyota: Más allá de la producción a gran escala”* (Ohno, 1988), habla acerca de la eliminación de los desperdicios, por lo cual él define 7 de ellos.

1. **Sobreproducción:** Este desperdicio es el peor de todos, ya que su presencia es el origen de otras mudas, ya que si producimos en exceso, tendremos productos en exceso que almacenar, transportar, mover, etc. Las empresas en su afán de poder cumplir con sus clientes, y evitar, que al tener un determinado número de piezas defectuosas puedan no llegar a cumplir con sus pedidos, deciden realizar una producción extra, para tener una especie de colchón por si ocurre alguna situación, la intención no es mala, pero este tipo de acciones desnuda la poca planificación que la empresa maneja y sobre todo la falta de precisión en sus proyecciones de ventas, por ejemplo. Muchas empresas trabajan en afinar la planificación de su producción, sobre todo reforzando los sistemas de control de calidad, ya que así se evita tener piezas defectuosas. En (Cabrera, 2012), se resume esta muda diciendo que *“Producir solo la cantidad exacta que el cliente necesite cuando lo necesite”*.
2. **Sobreprocesos:** Muchas de las veces cuando se está desarrollando en producto, este empieza a estar sobrecargado de características que pensamos que el cliente las valorará, pero este nunca ha sido consultado si realmente necesita todo aquello que estamos colocando en el producto, al final se convertirá en un aspecto invisible a sus necesidades. Pero hasta ese punto ya habremos consumido energía, materiales, etc. Debemos buscar soluciones sencillas haciendo procesos simples y nada complejos.
3. **Esperas:** Los trabajadores no trabajarán sin razón alguna, es típico que existan retrasos en las líneas de producción ya sea por falta de materiales, instrucciones, herramientas, etc. Debemos tener una línea balanceada, evitando todos aquellos retrasos.
4. **Transportes inadecuados:** Básicamente trata sobre evitar traslados innecesarios dentro de la planta, del proceso, entre línea de producción e incluso en el recorrido de entrega del producto al cliente, todos aquellos transportes que no generen ningún valor agregado.
5. **Inventario:** Este es un desperdicio clásico, la idea principal es que todo se convierta en productos finales, si no está siendo trasladado directamente a ventas, este es un desperdicio. Debemos evitar tener material ocioso por la fábrica que solo está ocupando un espacio y consumiendo recursos. Además puede sufrir de obsolescencia, y tener daños ocultos, lo cual afectará a la calidad del producto más adelante.
6. **Movimientos inadecuados:** Este desperdicio está relacionado con los movimientos de las personas, tanto de las personas realizando una actividad manual, así como desplazamientos que deben realizar, como alcanzar una herramienta. El problema no reside en si los trabajadores se mueven o no, si no, si estos movimientos generan valor agregado al proceso y por ende a producto. Por lo cual debemos evitar las malas distribuciones de planta, reformular los métodos de trabajo para evitar problemas de ergonomía por ejemplo, etc.
7. **Defectos:** Se debe buscar a toda costa evitar los defectos y de ser posible controlarlos en la fuente. Debemos evitar el reprocesamiento de estas piezas defectuosas. Al final no perdemos una pieza de producción, si no todo los materiales, recursos, etc que fueron utilizados para fabricarla.

En (Cabrera, 2012), se menciona una muda adicional, surgida de los nuevos conceptos usados en el mundo empresarial, este ha referencia a el talento humano.

8. No aprovechar el Talento Humano: Muchas veces las empresas desperdician el talento de su personal, debemos aprovechar todo el potencial de las personas, sabiendo ubicarlos en aquellos puestos de trabajo en donde su rendimiento será potencializado y desde donde aportarán de mejor manera a la organización. Además que las personas son el motor principal para que un proceso lean sea exitoso, deben sentirse escuchados e involucrados.

Existe un esquema que de cierta manera resume lo que implica el Lean, este se denomina CASA LEAN, Figura 1, un esquema a modo de metáfora que intenta mostrar como los varios tópicos que son tratados en el Lean interactúan entre sí, este puede ser utilizado como una gran ayuda visual, para enseñar objetivos, estrategias y conceptos básicos. Por ejemplo Onho, estableció que existen dos claves en el TPS, el JIT y el jidoka, y una de las técnicas del JIT es el Kanban y a su vez este puede ser implementando usando diversidad de estrategias técnicas o herramientas



Figura 1: Casa Lean. Fuente: www.leanbox.es

1.2 Las 5S como herramienta del Lean Manufacturing

Las fábricas así como las personas son organismos vivos, que se mueven, que consumen recursos y sobre todo generan desperdicios. Los clientes cada vez piden productos más sofisticados y a un precio razonable, por lo cual las fábricas cada vez deben afinar más sus procesos productivos y están en una búsqueda constante de sobrevivir ante la competencia y los cambios del mercado en donde se desenvuelven.

Una de las herramientas más conocidas y difundidas tanto en la literatura como en los ambientes organizacionales de las empresas son las 5S, las cuales como veremos con poseedoras de conceptos básicos y sencillos de entender, entonces surge la pregunta sin son así de sencillos, ¿por qué razón?

no todas las empresas las tienen implementadas, o si lo han realizado lo han hecho de manera precaria y sin obtener los objetivos deseados.

Es necesario una implementación profunda de las 5S (Hirano, 1997), las cuales serán el punto de partida de la mejora de las actividades y así asegurar la permanencia de la empresa en el tiempo.

Como es conocido las 5S provienen del Japón, originalmente cada S representa a una palabra en japonés, pero se ha optado, por mantener la S, independientemente de que la traducción al español sea distinta, de esta manera las hemos occidentalizado. Las 5S se definen como Seiri-Separar, Seiton-Ordenar, Seiso-Limpieza, Seiketsu-Estandarizar y Shitsuke-Disciplina. En (Hirano, 1997) se menciona que en el trabajo diario así como en la vida de una persona las rutinas que mantienen a flote el orden y la limpieza son vitales que generar un flujo uniforme y eficiente de las actividades, tanto el orden como la organización son los pilares más importantes para llegar a conseguir cero defectos, disminuir costes, mejorar al ambiente y la seguridad del puesto de trabajo.

En (Gómez, 2014) se mencionan los que son los principales objetivos de las 5s:

- a) Usar de manera óptima el espacio que se tiene a disposición.
- b) Disminuir los errores y los defectos.
- c) Disminuir las paldas innecesarias y el grado de desgaste de la maquinaria y de las instalaciones.
- d) Reducir el tiempo empleado en buscar materiales.
- e) Reducir los movimientos en traslados de material
- f) Tener y mejorar el control de todo el proceso
- g) Establecer y hacer cumplir los estándares de operación.
- h) Generar una nueva cultura de orden y limpieza en el personal de la empresa.
- i) Crear una gestión visual de la empresa.
- j) Procurar tener puestos de trabajo más ordenados y seguros.

Pues bien, a continuación describiremos a profundidad cada una de las 5S, donde mencionaremos, sus definiciones, aspectos en los que hacen hincapié, así como ciertas herramientas que pueden ser empleadas para una mejor implantación de cada una de ellas, la primera será Seiri u Ordenar, como la conocemos.

1. SEIRI-SEPARAR

La primera de las 5S, consiste en separar y clasificar los materiales útiles de aquellos que no lo son, y de igual manera se busca controlar el flujo de materiales por la planta a fin de evitar obstrucciones. La pregunta clave que debemos realizarnos en esta etapa es si ¿es útil o inútil?.(Rajadell & Sánchez, 2010)

Una de las constantes que ocurren en las empresas, es el criterio utilizado para acumular cosas, es pensar que ha futuro nos podrán servir, aplicar esta etapa implica algunas de las siguientes acciones:

- Separar lo útil de lo inútil.
- Mantener o necesario y deshacerse de lo restante, de ser posible reciclarlo o una opción puede ser venderlo y generar un ingreso extra.

- Esta etapa no solo puede aplicarse al área productiva, sino también a la administrativa.

Beneficios Seiri

La clave para el Seiri, es la acción estrictamente lo necesario, si tenemos dudas con algunos elementos, lo mejor será descartarlos, si conseguimos esto podemos obtener varios beneficios en el área de trabajo algunos de los cuales se apuntan a continuación:

- Se tendrá mayor espacio y sobre todo más seguro.
- Se facilita el control visual de la planta. Además se reducen los tiempos que requerimos para acceder o mover objetos.
- Como extra da una mejor visión y permite conocer posibles problemas que hasta entonces estaban ocultas, como focos de contaminación, fugaz, etc.

Etiqueta rojas

Unas de las técnicas más utilizadas en la implementación de esta S, es el uso de las tarjetas rojas, es un método simple para identificar los elementos potencialmente innecesarios en la fábrica, evaluando su utilidad y tratándolos apropiadamente. Esto consiste en colocar una etiqueta en cada artículo que se considere no necesario para la operación constante. Se colocarán en todos aquellos elementos que creamos pueden ser desechados sea bien porque no son utilizados con frecuencia o bien ya han quedado obsoletos.

El color rojo es utilizado ya que provoca la atención de las personas, cuando un elemento está etiquetado, plantea tres cuestiones básicas:

¿Se necesita este elemento?

¿Si se necesita, se necesita en esa cantidad?

¿Si se necesita, debe estar en esa ubicación?

Además las etiquetas deben ser lo más simple posibles, para que resulte fáciles de rellenar así como de entender.

Iniciar un programa de tarjeta rojas no consiste simplemente es crear tarjetas y empezar a etiquetar los que creamos conveniente, a espaldas debe traer una estrategia muy bien planificada, donde se tomen en cuenta aspectos como, responsables de las tarjetas, identificación de metas que se quieran alcanzar, los criterios que utilizaremos para etiquetar algo o no hacerlo, además del diseño de las mismas, deben contener la información necesaria, ni muy poca ni campos en exceso, una vez que hayamos realizado los etiquetados, debemos decidir qué hacer con ellos y nunca olvidar documentar los resultados obtenidos. Además una opción que manejan las empresas es el uso de áreas de mantenimiento de tarjetas rojas, donde se almacena los elementos que tienen que evaluarse a posteriori. Dicha área debe ser establecida por cada departamento que está implantando las tarjetas rojas.(Hirano, 1997)

En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de una tarjeta roja.

Figura 2: Etiqueta roja. Fuente: www.enna.com

2. SEITON-ORDENAR

Podemos pasar a la segunda S siempre y cuando hayamos implantado la primera, ya que por mucho que tengamos ordenado el espacio de trabajo, el efecto se verá reducido si aún tenemos objetos innecesarios. Básicamente en esta segunda S, debemos tener “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, debemos ordenar los elementos de tal manera que cualquiera pueda encontrarlos, tomarlos para su uso y sobre todo devolverlos a su lugar correspondiente.

El orden es de vital importancia ya que elimina una de las mudas del lean, los movimientos inadecuados, el tiempo que se pierde al buscar una herramienta, al ir por ella y retornarla. Una de las actitudes que provocan que el Seiton fracase, es dejar para otro día el hecho de ordenar las herramientas, implantar esta etapa necesita acciones como las siguientes:

- Marcar los lugares o zonas donde van las herramientas, con el uso de siluetas por ejemplo.
- Siempre disponer de lugares adecuados, que no estén obstruidos o que sean de difícil acceso.
- Se debe evitar tener ubicaciones duplicadas.
- Una opción es generar carteles o fotografías de cómo deberían estar los objetos.

Beneficios SEITON

A continuación se exhibe una lista de beneficios que se obtendrán al aplicar el Seiton:

- Tener una mayor accesibilidad.
- Aumento de la seguridad.
- Así como una mejora del flujo de información sobre ubicación y localización.
- Se evita despilfarros de tiempo y movimientos

Círculo de frecuencia de uso

Una manera sencilla de poner esta etapa en marcha se muestra en (Rajadell & Sánchez, 2010), consiste en elaborar un círculo de frecuencias de uso, Figura 3, ya que el objetivo es desarrollar un orden óptimo de las cosas, es lógico que por ejemplo, las cosas de uso constante las coloquemos cerca y al alcance de la mano, las utilizadas de manera ocasional, deberán estar colocadas en lugares de almacenaje de uso común y las que sean utilizadas solo algunas veces, pues deberán estar en el almacén respectivo, es así que el círculo nos ayuda a determinar estos aspectos.



Figura 3: Círculo de frecuencia de uso. Fuente:(Rajadell & Sánchez, 2010). Elaboración: Propia

SEISO-LIMPIAR

Una vez hayamos implantado las anteriores dos S, de que sirven si los equipos o herramientas que utilizamos están sucios, la tercera S está ligada con la limpieza, retirar el polvo, virutas y toda suciedad del puesto de trabajo.

El propósito obvio de la limpieza, es que nuestro puesto de trabajo sea un lugar limpio, pulido en los que todos puedan trabajar a gusto.(Hirano, 1997). Las empresas deben dejar de lado la idea, de esas largas jornadas de limpieza, a fin de mes o los últimos días del año, la limpieza deber ser un hábito diario.

Al hablar de limpieza aparece el concepto de inspección, ya que una vez que la limpieza se ha convertido en algo común es necesario realizar una inspección de todo el espacio de trabajo y eliminar aquellas inconsistencias que vayamos encontrando como fugas, tornillos o pernos flojos, cables descubiertos, etc.

La limpieza siempre ha estado ligada a tener un buen ambiente de trabajo. La clave está en realizar una limpieza inteligente, recordando que no es más limpio quien más limpia sino quien menos ensucia, no debemos quedarnos en el hecho de solo limpiar el área de trabajo y todos los elementos que tienen relación son él, sino llegar a prevenir que se vuelva a ensuciar. Poco a poco podremos ir definiendo cuales son las condiciones óptimas que debe tener nuestra área de trabajo.

- Para lo cual en (Carreras & García, 2010), se manifiesta los comportamientos que debemos asumir en esta etapa:
- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- La limpieza como una tarea de inspección necesaria.

- Buscar las causas y las fuentes de la suciedad.

Para conseguir la integración en el día a día de la empresa, se deben eliminar barreras clásicas que existen dentro de las empresas, como por ejemplo, que la limpieza solo la realizan los operarios o solo el personal de limpieza, el trabajo es de un solo equipo. Es por esto que la limpieza, no consiste en solo limpiar, debe estar acompañado de un plan bien estructurado se deben definir metas, asignar responsabilidades, se debe determinar los métodos de limpieza, esto involucra, que herramientas se necesitarán cuanto tiempo toma la limpieza, un referente es que la limpieza no debe durar más de 5 minutos, así como crear estándares de limpieza, y finalmente implantar la limpieza (Hirano, 1997).

Beneficios del Seiso

Algunos de los beneficios del SEISO son expuestos en (Rajadell & Sánchez, 2010):

- Se reduce el riesgo de accidentes.
- Se alarga la vida útil de los equipos, ya que se pueden detectar fugas o averías con mayor facilidad.
- Se origina un efecto multiplicador, limpieza trae como consecuencia más limpieza.
- Encontrar defectos se convierte en una tarea más sencilla.
- Un ambiente de trabajo, tiene un efecto positivo en la moral de los trabajadores.

SEIKETSU-ESTANDARIZAR

La cuarta S difiere de las tres anteriores ya que más que ser una actividad, que sí que las tiene, consiste en mantener los conseguidos hasta ahora, ya que supone fijar métodos que permitan hacer perdurables las tres S anteriores. En otras palabras el Seiketsu, integra el Seiri el Seiton y el Seiso.

Con la estandarización determinaremos los lugares donde deben estar las cosas, y como deben desarrollarse las actividades para lo cual se usan Figura 4 señalizaciones, mapas de ubicación, fotografías, dibujos siluetas, etc (Gómez, 2014). Tener un estándar establecido, es la mejor manera para hacer las cosas para todos ya sean un documento, un manual, etc. Uno de los grandes enemigos del Seiketsu, es el hecho de hacer hoy las cosas y mañana no, y cada día que vayamos incumpliendo al final se acumularán y se habrá retrocedido en lo conseguido.

La estandarización es de vital importancia ya que es una manera de preservar el know-how y la experiencia, dicta las pautas para poder medir el desempeño, crea una base para la auditoría y sobre todo se evita errores frecuentes y minimiza la variabilidad (Rajadell & Sánchez, 2010).

Al igual que las S anteriores, estandarizar conlleva un proceso previo antes de su implantación, primero se deben asignar responsabilidades de las 3S anteriores, debemos integrar las actividades de las 3S anteriores a las tareas regulares y sobre todo controlar el nivel de mantenimiento de la implantación (Hirano, 1997).

Beneficios Seiketsu

Algunos de los beneficios del seiketsu son los siguientes:

- Se obtiene un conocimiento más profundo de las instalaciones.
- Se evitan retrocesos en lo ya implantado.
- Se crean hábitos de limpieza.
- Se evitan errores en las actividades, que puedan generar accidentes o condiciones inseguras.

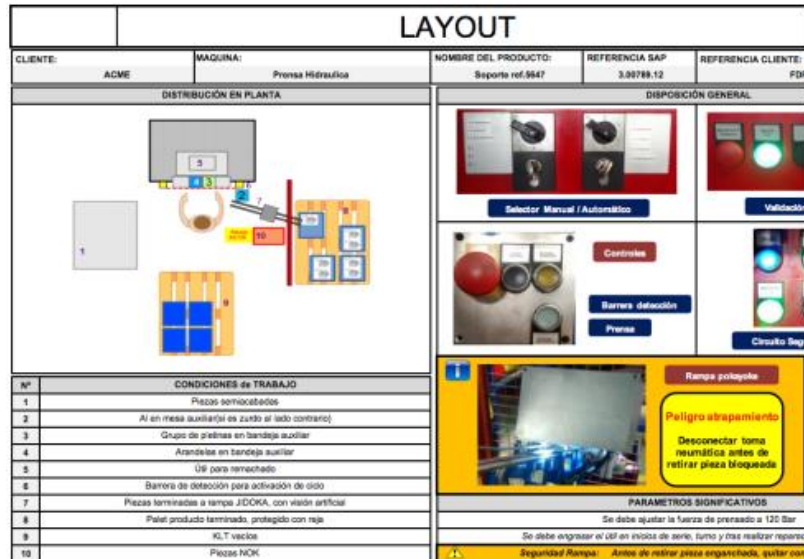


Figura 4: Ejemplo de Estandarización Fuente: leanthinking.wordpress.com

SHITSUKE-DISCIPLINA

La disciplina es la última S, dentro de una fábrica esta palabra, genera sensaciones negativas, porque se la asocia con castigo, sanciones, etc, pero en el contexto que estamos exponiendo tiene otro significado, tiene por objeto crear los hábitos de mantener los procesos de una manera adecuada. Se dice que esta S es la más fácil de aplicar ya que consiste en mantener lo que ya está realizado, pero al mismo tiempo es la más difícil ya que tiene mucho que ver con el grado de compromiso de las personas y del énfasis que estas pongan en el proyecto de implantación, el aplicar la disciplina conlleva a llevar a cabo comportamientos como los siguientes (Rajadell & Sánchez, 2010):

- Respetar las normas y estándares establecidos en la organización.
- Tener siempre presente el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.
- Realizar auditorías y comunicar a todos los miembros del equipo a fin de tener una correcta autoevaluación.

Algo que es importante de mencionar, es como implantar la disciplina, ya que no es algo visible o medible, ya que existe en la conciencia de las personas, y solo al ver sus acciones y comportamientos, se podrá evidenciar que esta existe, por lo cual es de vital importancia crear las condiciones para que la disciplina sea viable, debemos promoverla y aquí es donde la dirección juega un papel relevante, desde ahí se deben generar las acciones para educar a los empleados, crear los equipos de responsables, asignar los espacios y recursos que se requieran, dar apoyo moral y reconocer los logros obtenidos y sobre todo deben enseñar con el ejemplo.

De igual manera los empleados tienen que hacer su papel, estando predispuestos a seguir aprendiendo, difundir con sus compañeros lo aprendido hasta el momento, participar de manera plena en las actividades que la organización realice y presentar propuestas a los directivos.

Para fomentar la disciplina y el espíritu de las 5S dentro de la organización se puede hacer uso de algunas herramientas y técnicas (Figura 5), siendo eslóganes 5S, usados para promover y comunicar los temas de la empresa, se usan pósters, que pueden ser colocados en diferentes zonas de la empresa, una buena opción también es el uso de paneles de historias y fotografías, para mostrar el antes y después de la implantación y una herramienta más el uso de manuales de bolsillo 5S, donde se muestren definiciones, descripciones, etc.



Figura 5: Folletos de las 5S. Fuente: imaginarea-ic.com.ar

Resistencia a la implantación de las 5S

Cualquier empresa que introduzca alguna nueva metodología, que exija un cambio de cultura empresarial, va a tener resistencia, a continuación se exponen algunos tipos de resistencia que pueden llegar a presentarse (Hirano, 1997):

1. ¿Qué hay de beneficios en el orden y la organización?

Mientras la fábrica no se encuentre en un estado de orden limpieza y organización aceptable, serán necesarias las 5S.

2. ¿Por qué limpiar, si luego de un tiempo todo va a estar sucio de nuevo?

Un grave problema en la empresa, es que las personas se acostumbran a como se ve todo, y si su ambiente de trabajo generalmente está sucio y desordenado, pues lo ven como algo natural, lo cual resulta ilógico si lo analizamos desde el punto de vista de lo poco beneficioso que esto implica para la calidad y la eficiencia del trabajo.

3. Implantar la metodología, no aumentará la producción.

Es muy típico que los trabajadores, sobre todo de las áreas de producción creen que dentro de sus actividades no está lo de limpiar y ordenar, es algo comprensible en un inicio sobre todo si nunca han sido sumergidos en este tipo de actividades, de esta manera esto se convierte en uno de los retos que tiene por adelante la empresa para generar ese cambio de cultura empresarial.

4. La empresa ya "tiene" las 5S

Todas las empresas limpian y ordenan de cierta manera, todas lo hacen, pero nunca llegan a profundizar, sus acciones apenas rozan la superficie de lo que implica la metodología, se contentan con ordenar un poco, o tener algunas estanterías ordenadas.

5. Hace varios años que tenemos implantadas las 5s

Muchas veces este tipo de metodologías son vistas como una moda pasajera, sobre todo en empresas que han fracasado en su implementación en un primer momento, así que no ven motivos para intentar implementarlas de nuevo. Debe generarse ese cambio de mentalidad, donde se muestre que las 5S son un primer gran paso para realizar todo tipo de mejoras.

6. No tenemos tiempo para dedicarnos a este tipo de tareas

Es comprensible que muchas veces en las empresas, las tareas de producción abarquen más tiempo del estimado muchas de las veces, esta es una de las razones por las cuales las tareas de orden y limpieza de vienen dejando de lado, pero la empresa debe de organizarse de tal manera que estas tareas no sean demasiadas descuidadas, podemos dejarlas de lado por un corto periodo de tiempo, pero nunca abandonarlas.

7. ¿Por qué necesitamos implantar las 5S?

La frase, es que así lo hemos hecho siempre, se hace presente muchas de las veces, sobre todo en empresas, que les va relativamente bien, así que si mencionamos estos conceptos, que puedan mejorar sus operaciones, pues prefieren mantenerse como lo han hecho hasta ahora.

Posiblemente aparecerán muchos tipos más de resistencias, ya que dependerá de la empresa, del proceso, del personal, etc, lo que sí es muy importante, es no dejar pasar por alto, e intentar ir solucionando cada una de ellas, para evitar que a futuro las mejoras obtenidas no seas solo superficiales.

1.3 Uso de juegos y simulaciones en la enseñanza de Lean Manufacturing

A lo largo de los años el aprendizaje basado en los juegos serios y simulaciones, han tenido un crecimiento importante, sobre todo en los años recientes, debido a una masiva proliferación de las herramientas tecnológicas, como los dispositivos móviles, y ante la necesidad de encontrar y crear nuevas alternativas para la enseñanza a todo nivel, que sirvan de apoyo al educador en la trasmisión de los conocimientos y en el entrenamiento de competencias y habilidades que ayuden a reforzar los conocimientos adquiridos (Poy-Castro, Mendaña-Cuervo, & González, 2015).

Juegos Serios y Gamificación

En años recientes se han acuñado dos términos que cada vez son más utilizados, en un principio en el ámbito de la educación, y ha llegado a expandirse a áreas como los servicios públicos así como en el sector de la salud.

Juegos Serios

El uso de los juegos serios se ha establecido como un movimiento de aparición reciente a inicios de los 2000s, pero ya desde mediados del siglo pasado diversos organismos privados pero sobre gubernamentales dedicados a la defensa militar, han creado plataformas y juegos con determinados propósitos, este término se acuñó sobre todo para crear una diferenciación de los juegos comerciales existentes en el mercado, año tras año(Altamirano Martínez, 2016), la aparición de juegos serios ha aumentado, como mencionamos anteriormente en un principio, con énfasis en la educación pero con el tiempo se han empezado a diversificar(Djaouti, Alvarez, Jessel, & Rampnoux, 2011).

A diferencia de los juego precursores, los cuales buscaban básicamente entretener, y generar ingresos, para las compañías que los fabrican, los juegos serios actuales no persiguen dichos objetivos, ya que son creados y desarrollados por empresas, ya sean consultoras, ONGs o instituciones gubernamentales, estos juegos no se encuentran en el mercado convencional, y su permanencia en el tiempo no llega a depender de un número de ventas o éxito que estos tengan(Altamirano Martínez, 2016).

En la bibliografía existen diversas definiciones de lo que es un juego serio, pero todas la podemos resumir, en las siguientes, en (McCallum, 2012)se manifiesta que, *“Juego serio es un término usado*

para describir el desarrollo de juegos especialmente diseñados para provocar un cambio en la persona que lo juega. Este cambio puede ser a nivel de conocimientos, actitudes, habilidad física, habilidad cognoscitiva, salud, o bienestar mental". De igual manera (Zyda, 2005) menciona que "Juego Serio es una contienda mental, jugada en un ordenador, de acuerdo a normas específicas que utiliza el entretenimiento para promover el gobierno o la formación empresarial, la educación, la salud, las políticas públicas, y objetivos de comunicación estratégica".

Gamificación

El segundo término que es de reciente aparición pero de alto impacto es el de la gamificación o ludificación, en este apartado nos dedicaremos solo a mencionarlo, ya que el trabajo presente como veremos más adelante trata sobre un juego serio, pero es necesario definirlo para establecer una diferenciación ya que los dos términos suelen ser confundidos.

En la bibliografía consultada hemos encontrado algunas definiciones, destacándose las siguientes, según (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), la gamificación, o jugueterización, es el uso de elementos de los juegos en contextos ajenos al juego, el autor (McCallum, 2012) la define como el uso de elementos de los juegos de videos en sistemas no jugables para mejorar la experiencia del usuario así como su compromiso, de igual manera el autor Gonzales Pardón (González Tardón, 2014) menciona que la gamificación nace de los videojuegos, pero no es un juego en sí, si no es una ingeniería social.

Para ilustrar de mejor manera estos conceptos, mencionaremos algunos ejemplos de gamificación, que son citados por (Altamirano Martínez, 2016), uno de ellos es el programa de fidelización empleado por Starbucks, en donde los clientes van ganando puntos a medida que realizan compras y a posterior a modo de crédito los pueden canjear por productos para ellos mismo o para regalos, otro ejemplo es el programa de recompensas usado por Xbox y a posterior por PlayStation, en donde los usuarios crean un avatar y van ganado puntos a medida que van jugando los juegos de la compañía, un ejemplo final es el implementado por la CocaCola en Seul en donde usando un juego de baile y haciendo uso de la tecnología Kinect, una máquina expendedora les regalaba refrescos, mientras mejor bailaban más refrescos obtenían.

La gamificación al igual que los juegos serios, se expanden cada vez a diferentes aspectos de la vida diaria, siendo uno de ellos la empresa e industria.

Actualidad y tendencia del uso de juegos y simulaciones en la enseñanza de Lean Manufacturing

Es necesario iniciar mencionando dentro de este apartado la importancia desde el punto de vista pedagógico, del empleo de juegos y simulaciones en la enseñanza tal cual, en la bibliografía revisada, se encontró diversos autores que han estudiado a detalle, los ámbitos de la enseñanza que se ven involucrados al utilizar este tipo de metodologías, así como su impacto, beneficios y desventajas que estos pueden tener. De igual manera más adelante nos centramos en los juegos y simulaciones creados específicamente para el ámbito de la administración de operaciones.

De acuerdo a (Proserpio & Gioia, 2007), las actuales generaciones son muy diferentes a sus predecesoras, es una generación mucho más visual, interactiva y enfocada a la solución de problemas, por lo cual la clásica transferencia de conocimientos, dictados en clases magistrales, se quedan cortos, para este nuevo tipo de aprendiz. Los juegos y simulaciones son una oportunidad para construir nuevas habilidades y desarrollar capacidades. Según (Pourabdollahian, Taisch, &

Kerga, 2012) estudios previos indican que usando los métodos tradicionales, solo de un 10% al 30% de lo aprendido, puede ser recordado por los estudiantes, hablamos del uso de la lectura, la escucha y la observación

Impacto de los juegos y simulaciones

El autor (Pasin & Giroux, 2011), realiza una investigación en donde recopila algunos ejemplos de investigaciones que miden los resultados de la reacción, así como la percepción del aprendizaje, de un juego de simulación. En la **Tabla 1**, podemos apreciar dicho estudio.

Año	Tipo de investigación	Resultados
2009	Comparación de juegos de simulación con método tradicional de enseñanza, a estudiantes de grado de administración de negocios (n=467), cuestionario con preguntas cerradas.	Los estudiantes reportaron un impacto positivo sobre su percepción de sí mismos.
2006	Se preguntó a los participantes sobre evaluar su experiencia de aprendizaje luego de un juego simulado de logística, fueron estudiantes de ingeniería (n=252), cuestionario con preguntas cerradas.	Los estudiantes reportaron notas muy altas, en 9 ítems que fueron evaluados.
2006	Comparación de juegos de simulación con casos y ejercicios, a estudiantes de grado en administración de negocios (n=54), cuestionario de preguntas cerradas, más preguntas abiertas a discutir.	Los estudiantes piensan que los juegos fueron superiores a los casos y ejercicios.
2006	Se comparó los juegos de simulación contra el libro guía seguido en clase, estudiantes de grado, en administración de ventas (n=151), cuestionario de preguntas cerradas.	Los estudiantes calificaron mucho más alto a el juego, que al libro, en los 15 ítems medidos
2005	Se pidió a los participantes que evaluaran su experiencia al utilizar un juego de simulación sobre administración de operaciones, (n=31), cuestionario con preguntas cerradas.	Los estudiantes evaluaron de manera positiva para 4 de los 14 ítems medidos.

Tabla 1: Investigación que mide los resultados de la reacción de un juego de simulación **Fuente:** (Pasin & Giroux, 2011)

Beneficios de los juegos de simulación

Los juegos de simulación, obviamente generan beneficios para el aprendizaje de los alumnos, así como de los docentes que los utilizan, diversos autores mencionan algunos de ellos:

- a) Son superiores a otras metodologías, sobre todo en el hecho de ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades, como resolver problemas, ayudarle a generar estrategias de decisión, así como comportamientos de personalidad, como el trabajo en equipo y la capacidad organizativa.
- b) Permite a los usuarios desarrollar una perspectiva más amplia, ya que ayudan a conectar lo que existe en los libros y aulas con el mundo real, acercando a ellos situaciones reales, del mundo empresarial.

- c) Debido a su cercanía la realidad, permiten a los estudiantes, percibir en tiempo real, el impacto de sus decisiones, así como ayudan a entender los efectos y consecuencias que se producen dentro de un sistema.
- d) Los estudiantes de vuelven en participantes activos de su propio aprendizaje, aprenden haciendo, ya que deben integrarse al proceso de decisiones, y quedarse en el limbo conceptual que puede provocar los medio tradicionales de enseñanza.

Dificultades de los juegos de simulación

Como es de suponer, no todo sencillo al intentar usar y sobre todo desarrollar juego de este tipo, aquí exponemos algunas de las causas:

- a) Son costosos de realizar, no solo por el hecho de desarrollarlos, ya que dependiendo del grado de complejidad, pueden requerir, una gran cantidad, de recursos, siendo tiempo, dinero, etc, además que deben estar adaptados para funcionar en diferentes plataformas y dispositivos, y no quedar obsoletos en el tiempo.
- b) Los docentes y facilitadores, deben estar capacitados en el manejo de las herramientas, para que puedan responder a las cuestiones que se presenten, durante la utilización.
- c) Todos los estudiantes deben tener acceso a las plataformas y dispositivos en donde este desarrollado el juego, para así evitar desfases en la enseñanza.
- d) Los estudiantes pueden llegar a ver el manejo del juego como algo muy complejo, y eso puedo provocar frustración, lo cual debe ser manejo de la manera correcta por el docente, así como por el grupo de trabajo.

Simulaciones y juegos existentes para la enseñanza de Lean Manufacturing

Actualmente la educación en Lean Manufacturing, como programas de entrenamiento y capacitación, puede ser encontrada en diferentes fuentes, sean firmas consultoras, sociedades de profesionales, así como en decenas de universidades, en (Badurdeen, Marksberry, Hall, & Gregory, 2010), se realiza una recopilación de diferentes juegos y simulaciones creados exclusivamente para la enseñanza de Lean Manufacturing, el autor ha recopilado, 40 de estas aplicaciones desde el año 1963 hasta el 2007, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en donde menciona quién o qué organismo lo ha desarrollado, el nombre del juego o simulación, y su enfoque, cadena de suministro, lean, ensamblaje, etc.

Nº	Desarrolladores(Fuente la publicación)	Año ^a	Nombre de la Simulación/Juego	Enfoque	Producto	Rondas	Métricas
1	MIT(Jarmin, 1963)	1963	JUEGO DE LA CERVEZA	Supply chain	NA	M	SI
2	Universidad de Kentucky(Hall. 1994)	1994	UK SIMULACIÓN CLIP DE PAPEL	Manufactura	Hojas de papel	4	SI
3	Universidad de Kentucky (Entrenamiento Lean, 1994)	1994	UK SIMULACIÓN DE UNA PLACA DE CIRCUITOS	Manufactura	Placas de circuitos	4	SI
4	Bischoen(1995)	1994	BUCKINHAM JUEGO LEAN	Supply chain	NA	2	SI
5	NIST-MEP(NIST/MEP, 1998)	1998	SIMULACION PLACA DE CIRCUITO	Manufactura	Placas de circuitos	4	SI
6	Universidad de Kentucky(Badurdeen et al., 2008; Price, 2008)	2003	SIMULACION FABRICA DE CILINDROS	Manufactura	Cilindros neumáticos	3+	SI
7	MEP(Verma, 2003)	2003	SIMULACION DE TIEMPO	Manufactura	Relojes	3	SI

Tabla 2: Sumario de Juegos y Simulaciones de Lean Manufacturing. **Fuente:**(Badurdeen et al., 2010)

Nº	Desarrolladores(Fuente la publicación)	Año ^a	Nombre de la Simulación/Juego	Enfoque	Producto	Rondas	Métricas
8	Universidad de Dayton(Verma, 2003)	2003	SIMULACION FABRICA DE TUBOS	Manufactura	Tubos	5	SI
9	Donelley Corporation(Verma 2003)	2003	MÁQUINA LEAN SIM	Manufactura	Uniones de metal	M	SI
10	Iniciativa Aeroespacial para Lean(McManus et al., 2007)	2003	SIMULACION DEL VALOR EMPRESARIAL	Empresa	Avión de legos	2	SI
11	WCM Associates (Verma 2003)	2003	SIMULACION DEL JUEGO DE LA CAJA	Manufactura	Caja	3	NA
12	No conocido(Verma, 2003)	2003	JUEGO DEL DADO	Manufactura	NA	NA	NA
13	Universidad de Tennessee(Verma 2003)	2003	SIMULACION LEAN DE DESARROLLO DE UN PRODUCTO	Desarrollo de producto	Producto K'nex	3	SI
14	Visionary Products Inc. (Verma, 2003)	2003	SIMULACION DE MANUFACTURA CELULAR	Manufactura	Avion de legos	4	NA
15	Locwood Greene(Verma, 2003)	2003	SIMULACIÓN DE FABRICA DE WIDGETS	Manufactura	Widgets	3	SI
16	Gary Randall(Verma, 2003)	2003	FABRICA DE RODAMIENTOS DE BOLAS	Manufactura	Rodamientos(pelotas de golf)	N	SI
17	Illinois Maufacturing Center (Stier, 2003)	2003	SIMULACION ZUMBIDO ELECTRONICO NIST	Manufactura	Placas de circuitos	4	SI
18	NIST-MEP(Verma, 2003)	2003	SIMULACION 5S	Manufactura	NA	6	SI
19	NIST-MEP(Verma, 2003)	2003	SIMULACION DE REDUCCION DE TIEMPO DE PREPARACION	Manufactura	Hoja de metal	2	SI
20	Northrop Grumman(Verma, 2003)	2003	JUEGO DEL AVION DE PAPEL	Manufactura	Avión de papel	NA	SI
21	Universidad de Kentucky(Lean Boot Camp, 2004a)	2004	SIMULATION MINI-FABRICA 5S	Manufactura	Mini Fabrica de mesas	2	SI
22	Blust and Bates(2004)	2004	SIMULACIÓN DE FABRICA DE VAGONES	Manufactura	Vagones K'nex	M	SI
23	Billintong(2004)	2004	EJERCICIO DEL AVIÓN DE PAPEL	Manufactura	Avión de papel	4	SI
24	Universidad de Kentucky(Boot Camp II Course, 2004a; Badurdeen et al., 2008)	2004	SIMULACIÓN DE LA FABRICA DE MUEBLES	Manufactura	Muebles de madera	5	SI
25	Universidad de Kentucky(Lean Certification, 2004)	2004	SIMULACIÓN VEEBOT	Manufactura	Coches de legos	2	SI
26	Universidad Old Dominion(Verma, 2007; Verma et al., 2005)	2005	SIMULACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO DE REPARACIÓN DE BUQUES	Proceso de diseño	Barco mercante	3	SI
27	Universidad Old Dominion(Verma, 2007; Verma et al., 2005)	2005	SIMULACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO PARA LA REPARACIÓN DE UN BUQUE	Supply chain	Submarino	3	SI
28	Universidad Old Dominion(Verma, 2007; Verma et al., 2005)	2005	MAPEO DE LA CADENA DE VALOR, PARA REPARACIÓN DE UN BUQUE	Ensamblaje de un barco	Barco	2	Actual y futuro VSM
29	Universidad Old Dominion(Verma, 2007; Verma et al., 2005)	2005	SIMULACION REPARACIÓN DE UN BUQUE	Proceso de reparación de un buque	Nave(madera y acrilico)	3	SI
30	Universidad Old Dominion(Verma, 2007; Verma et al., 2005)	2005	SIMULACIÓN DE HORARIO PARA REPARACIÓN DE UN BUQUE	Horario	Naves	3	SI
31	Verma and Devulapalli(2006), Verma(2007)	2005	JUEGO DEL TABLERO DEL MAPA DE LA CADENA DE VALOR	Manufactura	Juego tablero	3	Actual y futuro VSM
32	Verma(2007)	2005	TORRE DE BLOQUES	Manufactura	Legos		
33	Winarchick and Carlisle(2006)	2006	SIMULACIÓN DE FABRICA DE VAGONES	Manufactura	Vagones K'nex	M	No se menciona
34	Iniciativa Aeroespacial para Lean(McManus & Rebentisch,2006a, 2006b)	2006	EMPRESA LEAN DE DESARROLLO DE PRODUCTO	Desarrollo de producto		M	SI

Tabla2: Continuación.

Nº	Desarrolladores(Fuente la publicación)	Año ^a	Nombre de la Simulación/Juego	Enfoque	Producto	Rondas	Métricas
35	Fang, Cook, and Hauser (2007)	2006	SIMULACION LEGO LEAN	Manufactura	Coches de legos		
36	Ncube(2007)	2007	LEAN MAGNTE DE LA LIMONADA	Manufactura	Limonada	3	SI
37	Ozelkan and Glambosi(2007, 2008)	2007	JUEGO DE LAS PANTALLA DE LÁMPARAS	Manufactura	Pantallas de lámparas	N	NA
38	Universidad de Kentucky(Maginnis, 2008)	2007	SIMULACION DE EMPRESA	Empresa	Tarjetas de simulación	3	SI
39	MacMillian(2007)	2007	JUEGO DEL TABLERO DE NIMA	Manufactura	NA	2+	SI
40	McManus et al.(2007)	2007	CLASE DE DISEÑO DE INGENIERÍA	Procesos PDCA y DMAIC	NA	NA	NA

Nota: Las siglas en Inglés NITS/MEP, corresponden al El Instituto Nacional de Normas y Tecnología con sede en los Estados Unidos de América. a. Indica el año de desarrollo, si es que está disponible, caso contrario indica el año de la publicación.

Tabla2: Continuación.

Como aporte personal se adicionan algunas aplicaciones, , que se han encontrado en la bibliografía posterior al año 2007, han sido escogidas debido a que hemos podido visualizar algunas de sus características.

Nº	Desarrolladores(Fuente la publicación)	Año	Nombre de la Simulación/Juego	Enfoque	Producto	Rondas	Métricas
1	(Kuriger, Wan, Mirehei, Tamma, & Chen, 2010)	2010	JUEGO DE SIMULACION LEAN EN LA WEB	Manufactura	NA	M	SI
2	(Moutinho, 2012)	2012	SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN LEAN	Manufactura	Bolígrafos	M	SI
3	(Gomes, Lopes, & de Carvalho, 2013)	2013	EL JUEGO 5S	Manufactura	NA	M	NO
4	(Scotland, 2013)	2013	JUEGO DEL FLUJO DE LEGOS	Manufactura	Piezas de lego	3	SI
5	(Müller, Reise, & Seliger, 2015)	2015	SIMULACIÓN FABRICA LEGOS MINDSTORMS	Manufactura	Coches	M	SI
6	(Lindo-Salado-Echeverría, Sanz-Angulo, De-Benito-Martín, & Galindo-Melero, 2015)Lindo-Salado-Echeverría(2015)	2015	5S CON MINECRAFT	Manufactura	Tartas de Calabaza	M	SI
7	(Leal, Martins, Torres, Queiroz, & Montevechi, 2017)	2017	3L, APRENDIZAJE LEAN CON LEGOS	Manufactura	Legos	N	SI

Tabla 3: Sumario de Juegos y Simulaciones de Lean Manufacturing. **Elaboración:** Propia

Hemos considerado importante, realizar una breve descripción, de aquellos juegos o simulaciones, que se han enfocado en las 5S, que han sido enumerados en las tablas anteriores, ya que nuestro juego hará énfasis en dicha herramienta. Una vez realizada la descripción realizaremos un pequeño cuadro comparativo para distinguir sus características.

Simulación 5S

Esta simulación fue desarrollada por el NIST/MEP junto a Verma, (Verma, 2003), el cual es descrito de la siguiente manera, es utilizada para entrenar a los participantes en el sistema 5S, el ejercicio consta de 6 rondas, se simula la producción de dos tipos de productos, pueden participar desde 15 a 20 participantes por cada simulación. Existen varios puestos de trabajo, áreas de ensamblaje, inspección, etc. En la primera simulación, se observa un ambiente típico de trabajo. En la segunda

ronda se empiezan a aplicar las 5S hasta llegar a la última ronda. Se usan métricas, de calidad, tiempo de ciclo, tiempo de entrega, etc.

Juegos Serios para Lean Manufacturing, el Juego 5S

Este juego fue desarrollado por (Gomes et al., 2013), básicamente el juego simula la vista de la pantalla de escritorio de un ordenador, Figura 6, en donde podemos observar diferentes íconos propios de un sistema operativo, en un principio todo están desordenados, el usuario debe empezar a aplicar las 5S, a fin de mejorar el área de trabajo, al final al usuario se le solicita encontrar un archivo y debe hacerlo de una manera rápida y fluida. Además cuenta con un diagrama de espagueti para poder visualizar los movimientos de usuario y el juego puede ser grabado y reiniciado en cualquier momento. Y algo importante de mencionar el juego está desarrollado en Flash.



Figura 6: Vista de la pantalla de juego. Fuente:(Gomes et al., 2013)

Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5S

Esta simulación fue desarrollada por (Lindo-Salado-Echeverría et al., 2015), y está realizada en Minecraft, lo que la hace muy curiosa, el trabajo realizado consiste en la creación de una simulación de una fábrica de tartas de calabaza, que en un escenario inicial tiene todo en desorden, y con el pasar del tiempo se empiezan a aplicar las 5S, y se va consiguiendo tener una planta más limpia y ordenada, en la Figura 7, se puede observar la simulación realizada.



Figura 7: Simulación en MINECRAFT. **Fuente:** (Lindo-Salado-Echeverría et al., 2015)

Una vez realizada la breve descripción en la Tabla 4, analizamos algunas características de los mismos, hemos creído conveniente definir los siguientes parámetros, si el juego tiene indicadores o métricas, si está desarrollado de manera física o digital, número de usuarios que pueden interactuar, grado de simulación que posee, si representa todo un proceso y se obtiene un producto final. Estas características, nos servirán de referencia para el desarrollo de nuestro juego, ya que debe tener cierto grado de diferenciación de las aplicaciones ya existentes.

Nº	Nombre de la Simulación/Juego	Físico o digital	# de usuarios	Grado de simulación	Métricas
1	Simulación 5S	Digital	15-20	Alto/Proceso completo	SI
2	El Juego 5s	Digital	1	Bajo/No hay proceso definido	SI
3	5S con MINECRAFT	Digital	1	Alto/Proceso completo	SI

Tabla 4: Características de juegos enfocados a las 5S. **Elaboración:** Propia

A manera de resumen podemos repasar los conceptos expuestos hasta el momento, hemos definido conceptos básicos pero importantes de lo que trata el lean manufacturing, así como lo que involucra la herramienta de las 5S, también hemos visto la importancia de usar juegos y simulaciones en los procesos de enseñanza, hemos realizado una recopilación de los juegos y simulaciones creados hasta la presente fecha, usados para la enseñanza de lean como de las 5S, por último describimos de manera breve aquellas aplicaciones que se enfocan en la herramienta que vamos a profundizar y realizamos un estudio de sus características.

Con esto damos por terminado la introducción al presente trabajo, de aquí en adelante empezamos a describir el desarrollo del juego, en un siguiente apartado exponemos las características del juego que hemos realizado, la manera de jugar e interactuar con él, veremos que hemos tratado de hacerlo de manera similar a una guía de usuario de cualquier aplicación, en un penúltimo apartado realizamos la validación del mismo y terminamos con conclusiones y líneas futuras de investigación. Pero antes hemos creído conveniente definir de manera clara los objetivos que perseguimos con el presente trabajo, los cuales los podemos ver en el apartado siguiente.

2 Objetivos

Para el presente trabajo hemos decidido, dividir los objetivos en dos, tanto generales como específicos, en el primero de ellos se involucra el aspecto macro del trabajo, mientras que los segundos harán referencia, a aquellos aspectos que han sido necesarios realizarlos para alcanzar el objetivo general.

Objetivo General

Este objetivo, prácticamente es el título del presente trabajo de fin de máster, expresado de la siguiente manera:

“Diseñar y desarrollar en Flash un juego didáctico para el aprendizaje de herramientas lean”.

Objetivos Específicos

En este apartado hemos decidido colocar 4 objetivos específicos, los cuales hemos considerado lo más relevantes que puede ser observados a lo largo de la redacción y elaboración del trabajo, siendo los siguientes:

- Realizar un estudio sobre los juegos y simulaciones existentes para la enseñanza de Lean Manufacturing.
- Realizar un análisis sobre aquellos juegos que están enfocados específicamente a las 5S.
- Elegir un programa de desarrollo idóneo para la realización del juego didáctico.
- Realizar una validación del juego, mediante el uso del mismo de parte de un grupo de estudiantes y una posterior retroalimentación de la satisfacción del mismo, mediante la aplicación de una encuesta.

-

3 Software de diseño y lenguaje de programación utilizado

En este apartado analizaremos el porqué de la elección del software utilizado, de igual manera colocaremos algunas de sus características de funcionamiento, su interfaz de trabajo, así como características del lenguaje de programación que este usa, llamado AS3(Action Script 3).

3.1 Elección del software

Uno de los primeros pasos antes de empezar el desarrollo de cualquier juego, sea cual sea su tipo, o bien de aventura, o un juego serio, etc, es determinar cuál software existente en el mercado es aquel que cumple las características y cualidades que estamos buscando.

Cuando realizamos la búsqueda de alternativas posibles al ser utilizadas, encontramos tres opciones, la primera hacer uso de plataformas y programas específicos para la creación de juegos, la segunda hacer uso de juegos ya existentes que permiten crear escenarios personalizados, y una opción final, es hacer uso de un software de programación que nos permita hacer desde cero la aplicación deseada.

Dentro de la primera opción nos encontramos con una diversidad muy amplia de plataformas existentes ya sean online o de descarga, las cuales permiten desarrollar juegos, haciendo uso de herramientas preestablecidas, plantillas, imágenes predeterminadas, y opciones ya configuradas, aplicaciones que permiten el desarrollo de juego sencillos en el ámbito del 2D y de modo de juego sencillo, hasta complejos juegos 3D. Dentro de la oferta podemos nombrar los siguientes, así como algunas de sus principales características.

- **GameMaker Studio:** Es un desarrollador que permite crear juegos 2D sencillos, haciendo uso bien de plantillas ya existentes o usando el lenguaje propio del desarrollo, sus licencias son de pago, si así se lo desea, ya que consta con una versión gratuita pero que posee pocas herramientas, este está disponible para varias plataformas ya sea escritorio, Windows o Mac, así como dispositivos móviles.
- **Visionaire Studio:** Es un desarrollador especializado en la elaboración de juegos de aventuras típico, haciendo uso de las plantillas predeterminadas o de sus propios scripts es de pago el costo de sus licencias, va desde los 45 hasta los 500 euros, y es multiplataforma.
- **Adventure Game Studio:** Un programa de código abierto, permite crear aventuras, es gratuito, con una interfaz sencilla de utilizar, pero consume grandes recursos, lo cual no le permite crear complejos escenarios o juegos muy extensos.
- **Wintermute Engine:** Igual que el anterior permite la creación de juegos de aventuras, su licencia es gratuita, y permite comercializarlo. Enfocado en la programación de objetos. Estas características los han convertido en uno de los preferidos de los desarrolladores de juegos independientes.

La segunda opción antes mencionada es la utilización de juegos ya existentes que permitan la creación de escenarios o partidas, en el estudio de los juegos existente para la enseñanza de Lean, expuesto en apartados anteriores nombramos a uno de ellos, MineCraft, del cual podemos añadir la existencia de una versión educativa, usada sobre todo en la educación primaria y media.

Los juegos de estrategia existentes en el mercado, generalmente permiten que el jugador, cree sus propios escenarios y partidas, juegos sencillos de manejar como el conocido Age Of Empires, fueron una opción al principio, ya que es fácil de usarlo, y permite crear escenarios, afines a un sistema de producción, debido a la naturaleza del juego.

Finalmente en la tercera opción, tenemos una gran cantidad de alternativas para desarrollo desde cero, como son Adobe Flash Player, Java, Visual Basic, cada uno de ellos con sus respectivas características y lenguajes de programación, sea AS3, PHP, HTML5, C++, Java Script, etc. Todos ellos exigen un conocimiento medio o alto de programación, el cual depende de lo que busquemos realizar, y debemos tomar en cuenta, no solo la facilidad del lenguaje a utilizar, sino que tan amigable es la interfaz con el uso de objetos, gráficos, animaciones, etc.

Hemos necesario realizar una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de estas tres opciones, en la Tabla 5: *Ventajas y desventajas de las opciones para desarrollar un juego. Elaboración: Propia.*

, observamos lo mencionado.

Opciones de desarrollo	Ventajas	Desventajas
Constructores especializados	<ul style="list-style-type: none"> No se requieran grandes conocimientos de programación. Algunos son de uso gratuito. Diversas plantillas y ambientes preestablecidos. Disponibles para varias plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> Algunos tienen licencia de pago. Límite en la extensión del juego a desarrollar. Cada uno tiene su propio lenguaje de programación.
Juegos ya existentes	<ul style="list-style-type: none"> No se requiere conocimientos de programación. Si se tiene el juego, por ende se tiene licencia. Ambiente familiar, si se ha jugado previamente con el juego. 	<ul style="list-style-type: none"> Se debe conocer el juego para poder trabajar sobre él. Dependiendo del juego, el ambiente o escenarios pueden estar lejos de lo que se quiera simular.
Software de programación	<ul style="list-style-type: none"> Se tiene total libertad en diseño. Se puede realizar juegos de la extensión que se requiera. Habilitados para varias plataformas. Varias ayudas y tutoriales disponibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere conocimientos previos de programación. Se necesita mayor tiempo para desarrollarlo. El resultado final depende totalmente de la calidad del trabajo realizado.

Tabla 5: Ventajas y desventajas de las opciones para desarrollar un juego. **Elaboración:** Propia.

Una vez analizadas las opciones con las que disponemos, podemos mencionar, que tanto utilizar constructores así como juegos ya existentes, lo hemos descartado, al considerar las limitaciones que tienen, es verdad que nos podrían ahorrar mucho tiempo y recursos, muchos de ellos al tener capacidades que están sobredimensionadas en algunos aspectos y limitadas en otros, los hacen no muy equilibrados para el juego que buscamos desarrollar.

Así es que nos hemos decantado, por utilizar un software de programación para realizarlo desde cero, y de toda la oferta existente, hemos decidido, utilizar Adobe Flash Player, el cual utiliza el lenguaje denominado Action Script 3 (AS3).

3.2 Adobe Flash Player y Action Script 3 (AS3)

Todos hemos escuchado alguna vez sobre Flash, generalmente como un recurso, que utilizan los ordenadores sobre todo para la reproducción de videos o la visualización de páginas web, siempre hemos estado familiarizados con los mensajes de alerta, que nos pedían que activemos un Plugin para poder acceder a una web o video, pues bien Flash no solo es eso, sino que envuelve una gran cantidad de herramientas y aplicaciones, que abarcan el diseño, fotografía, webs, juegos, etc.

Adobe Systems Incorporated es la desarrolladora de lo que conocemos como Flash, la empresa es originaria de los Estados Unidos de Norteamérica, y fue fundada en 1982. Adobe Systems compró la empresa Macromedia, quien desarrolló originalmente Flash que luego pasó a formar parte de Adobe. Incorporando a sus propios programas la tecnología adquirida.

Pero Macromedia a su vez había comprado en 1996 una empresa llamada Future Wave Software que fue la que llevo a cabo el verdadero desarrollo inicial, y fue bautizado con el nombre de Futur Splash Animator. Posteriormente cuando Adobe adquirió a Macromedia, pasó a llamarse Adobe Flash(Chamorro, 2016).

Es importante hacer una diferenciación de términos, dentro del mundo del Flash, existen los entornos de creación en donde diseñamos nuestro programa, y Flash Player que es el reproductor o máquina virtual que el entorno utiliza para correr el programa. Y los dos vienen apoyados por un lenguaje de programación en nuestro caso AS3.

Entorno de creación-Adobe Flash CS6

Como lo habíamos mencionado, Flash consta de varias herramientas según el propósito, nosotros hemos elegido trabajar con Adobe Flash CS6, ya que es un potente desarrollador de animaciones y creaciones multimedia, el cual encaja de manera idónea en el juego que queremos realizar, tiene un entorno de trabajo amigable, Figura 8, el cual es bastante intuitivo de usar, pero sin dejar de lado, que siempre es preferible revisar tutoriales para aprovecharlo de la menor manera.

Una de las características con las cuales consta el CS6 es que trabaja, en base a capas, lo cual no permite una mejor visualización de los objetos, sobre todo cuando tenemos varios de ellos, y consta con una línea de tiempo, la cual es la base para la realización de animaciones, esto lo podemos ver en la Figura 9.

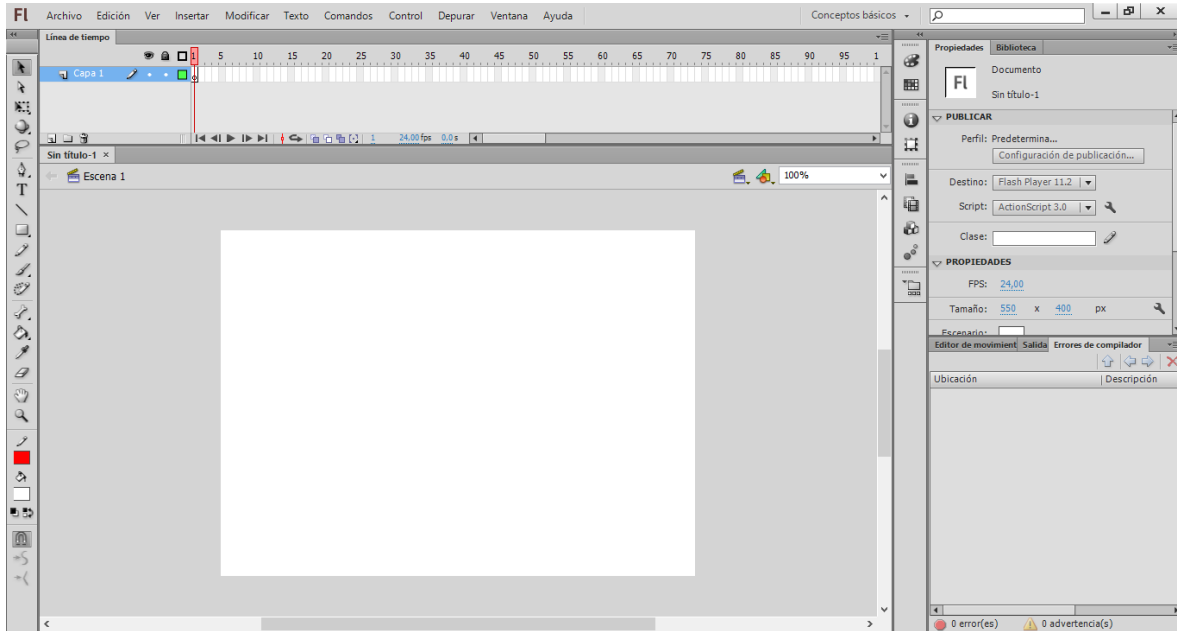


Figura 8: Entorno de trabajo de Adobe Flash CS6

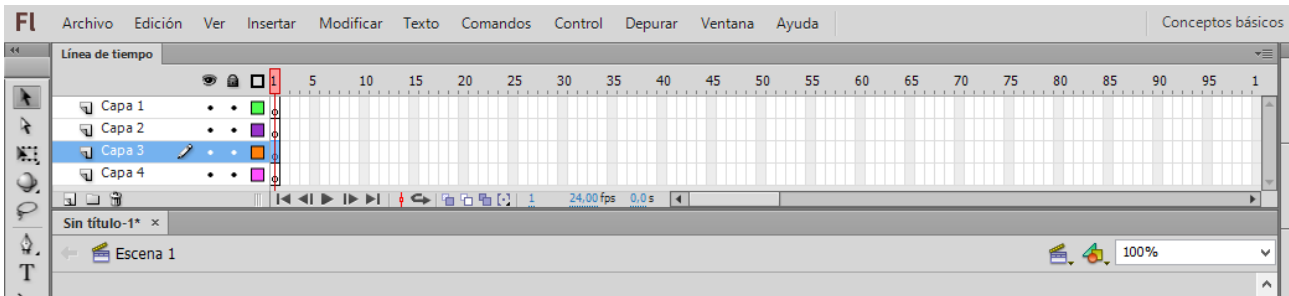


Figura 9: Capas y línea de tiempo de Adobe Flash CS6

Otra de las grandes ventajas del CS6 es que se puede vincular con Adobe Air, la cual es la aplicación de Flash, que permite que los trabajos que realicemos puedan ser desarrollados para diversas plataformas, ya sea escritorio o dispositivos móviles, básicamente nos ayuda a configurar nuestra publicación, definir una licencia, los íconos de nuestro programa, etc. En la Figura 10, podemos ver la pantalla de configuración de la publicación.

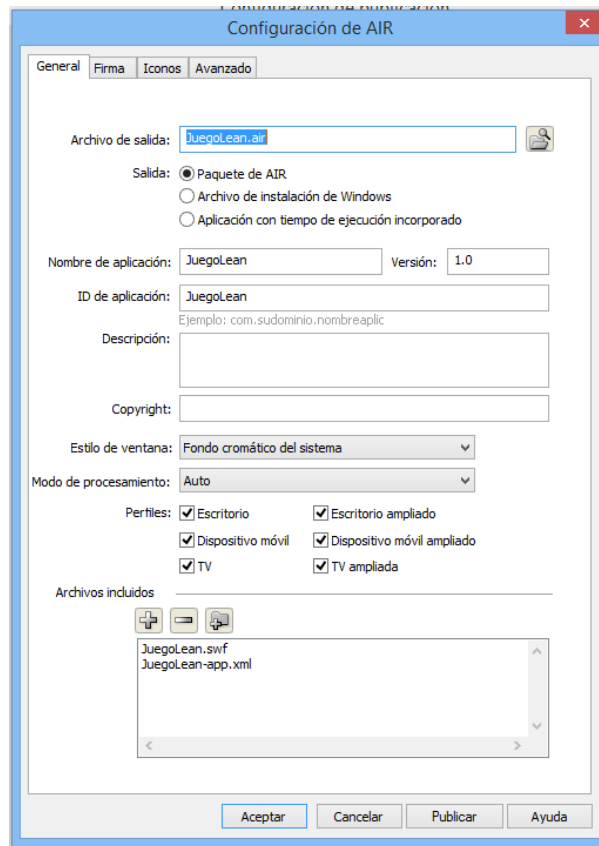


Figura 10: Ventana de Configuración de publicación

Action Script 3 (AS3)

Action Script es el lenguaje de programación usado por los entornos de desarrollo de Adobe. Desde su aparición, han existido dos versiones previas AS1 y AS2, el AS3 es la última versión creada y varía mucho de sus predecesoras, sobre todo porque esta versión, se enfoca en la programación orientada a objetos. Estos últimos son el componente esencial de este lenguaje. En AS3 toda variable, toda función e instancia que se coloque, es un objeto. Se puede mencionar que un programa realizado en AS3, es un conjunto de objetos que interactúan entre sí.

Los elementos que usa, son similares a los otros lenguajes utilizados, condicionales, eventos, operadores lógicos, etc. Su sintaxis, pues es propio de AS3, por ejemplo se distingue entre mayúsculas y minúsculas, el operador de punto, da acceso a las propiedades y métodos de un objeto, entre algunas de las particularidades. Para poder ingresar el código a los objetos, debemos acceder a la ventana de acciones de CS6, Figura 11, en donde escribimos nuestro código.

Es importante entender de manera clara a que hace referencia la programación orientada a objetos, en el manual de Action Script(Adobe, 2008) la define de la siguiente manera, *“La programación orientada a objetos es una forma de organizar el código de un programa agrupándolo en objetos, que son elementos individuales que contienen información (valores de datos) y funcionalidad. La utilización de un enfoque orientado a objetos para organizar un programa permite agrupar partes específicas de la información (por ejemplo, información de una canción como el título de álbum, el título de la pista o el nombre del artista) junto con funcionalidad o acciones comunes asociadas con dicha información (como "añadir pista a la lista de reproducción" o "reproducir todas las canciones de este artista")”*

```

Acciones
1 import flash.events.MouseEvent;
2
3 stop();
4 aceptar.visible = false;
5 lista_instrucciones_seiri_diseno.visible = false;
6 cumplido_seiri_diseno.visible = false;
7 no_cumplido_seiri_diseno.visible = false;
8 volver_plantaa.visible = false;
9 error_mensaje.visible=false;
10 reintentar.visible=false;
11
12 //::::PANEL DE NAVEGACION ENTRE LAS SS:::::
13 panel_menu_5s.visible = false;
14 menu_panel_seiri.visible = false;
15 menu_panel_seiton.visible = false;
16 menu_panel_seiso.visible = false;
17 menu_panel_seiketsu.visible = false;
18 menu_panel_shitsuke.visible = false;
19 cerrar_menu_5s.visible = false;
20 inicio.visible=false;
21 salir.visible=false;
22
23 menu_5s.addEventListener(MouseEvent.CLICK, mostrar_menu_5s3);
24 function mostrar_menu_5s3(event:MouseEvent):void
25 {
26     panel_menu_5s.visible = true;
27     menu_panel_seiri.visible = true;
28     menu_panel_seiton.visible = true;
29     menu_panel_seiso.visible = true;
30     menu_panel_seiketsu.visible = true;
31     menu_panel_shitsuke.visible = true;
32     cerrar_menu_5s.visible = true;
33     inicio.visible=true;
34     salir.visible=true;
35     instrucciones.removeEventListener(MouseEvent.CLICK, mostrar_instrucciones_seiri_diseno);

```

Figura 11: Ventana de acciones

AS3, nos permitirá programar sin mayores problemas el juego que deseamos realizar, debido al amplio abanico de posibilidades que este nos muestra, nosotros solo utilizaremos aquellas que sean necesarias, nuestro juego usará eventos cuya aplicación será detallada más adelante en el desarrollo del juego.

Dichos eventos son cinco básicamente, el evento CLICK, el evento ROLL_OVER y ROLL_OUT, y los eventos Drag and Drop. El primero llamará a las funciones y métodos cuando hagamos clic sobre los objetos, el segundo se activará cuando posemos el cursor sobre los elementos, el tercero cuando retiremos el cursor, el cuarto que permite arrastrar los objetos y el último permite soltar los objetos.

Pero para poder llamar a esos eventos, previamente debemos configurar los objetos, sobre todo definir qué tipo son, en Adobe CS6, los objetos deben der convertidos en “símbolos”, para poder trabajar sobre ellos, son de tres clases, Clip de película, Botón y Gráfico, Figura 12, cada uno de ellos son sus características propias, sobre todo en el diseño y funcionalidades que podemos asignarles, por ejemplo a los Clips de películas podemos asignarles animaciones, darles movimientos, interpolaciones de movimientos, tanto preestablecidas como creadas, etc. A los Botones, a más de asumir las propiedades propias de un botón como los conocemos, podemos animarlos, ya que se consideran 4 estados, cuando está en reposo, cuando nos posamos sobre él, presionado y en la zona del mismo, finalmente a los Gráficos podemos darles características de formato, animarlos, etc. Y es de suma importancia que le demos un nombre y una vez creado indiquemos también un nombre de instancia, Figura 13, el cual será utilizado en el código a ser programado.

En los apartados posteriores veremos cómo se han puesto en práctica los conceptos y funcionalidades que ofrecen el Adobe CS6 así como el AS3. Todo el código generado para el juego, lo podemos ver en el Anexo1, el código está dividido por escenas.

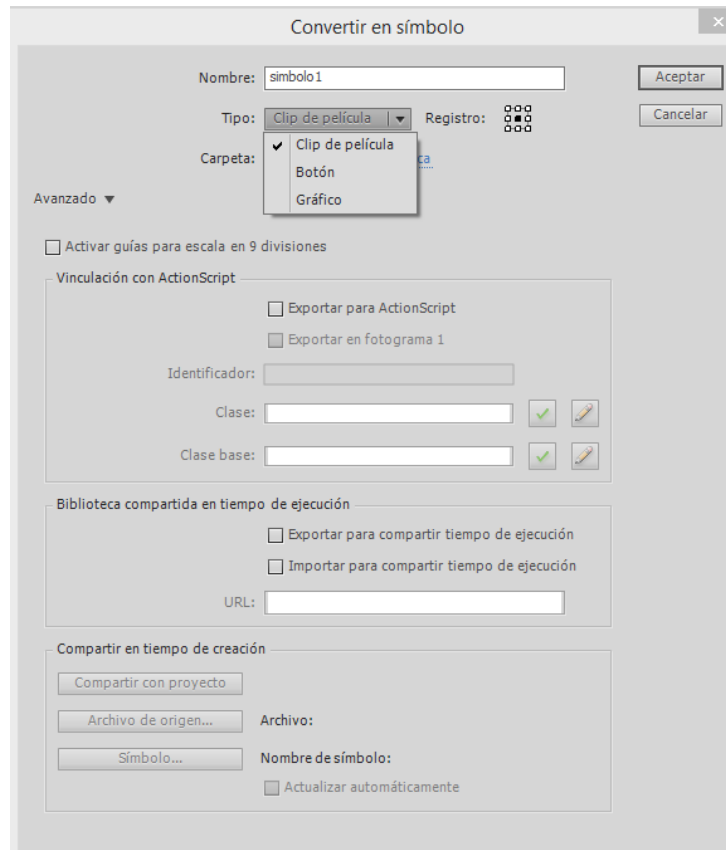


Figura 12: Ventana Convertir en símbolo

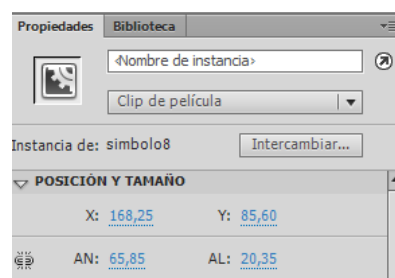


Figura 13: Propiedades de Símbolo-Nombre de instancia

4 Desarrollo y descripción del juego

En esta sección del trabajo, abarcaremos todo lo concerniente al juego en sí, los criterios que se han tomado en cuenta para desarrollarlo, la descripción sobre que trata el juego, que proceso busca simular, etc, además mostraremos como se visualiza la interfaz del juego, la descripción de los elementos presentes en cada escenario que se muestra, y lo más importante explicar a detalle que se busca conseguir con cada uno de los escenarios presentes.

4.1 Factores para el desarrollo del juego

Para poder desarrollar un juego, debemos tener en cuenta algunos criterios, que de ser cubiertos garantizan que el juego a ser desarrollado se convierte en una eficaz herramienta de aprendizaje, en base a la investigación realizada por (Martin & Prieto, 2014), se definen 5 de estos factores que deben ser tomados en cuenta. A continuación describiremos el propósito de cada uno de ellos.

- a) **Realismo del escenario simulado:** Hay que recordar que las simulaciones son aproximaciones de la realidad, el entorno que deseamos mostrar deber ser lo más cercano a ella, tal vez no en forma, pero sí debe serlo de manera conceptual, manteniendo vigente la lógica en las decisiones que el estudiante tomará, y mostrando el efecto de estas. Además el escenario propuesta no debe rozar la complejidad, ya que generaría un efecto contrario al que perseguimos, se debe procurar que siempre sean visibles las relaciones entre las variables presentes.
- b) **Facilidad de uso:** El juego debe presentar una interfaz que sea sencilla, amigable fácil de entender y de utilizar, de tal manera que permita que exista una interacción fluida entre el usuario y el dispositivo. Todos los menús, ventanas emergentes, etc que coloquemos, deben ser fáciles e intuitivos de usar. Caso contrario se perjudica al aprendizaje, ya que si el estudiante pierde demasiado tiempo intentando entender cómo funciona el juego, perderá el enfoque en las decisiones que en verdad interesan.
- c) **Utilidad del sistema:** Esto hace referencia al hecho de que el usuario que esté utilizando el juego, en verdad esté convencido que utilizándolo, su desempeño, conocimientos, habilidades, etc, que requiere para desempeñar sus funciones en su puesto de trabajo, mejorarán a posterior.
- d) **Retroalimentación productiva:** al usuario hay que orientarlo y motivarlo, durante el proceso de aprendizaje mediante el juego, hay que apoyarlo y ayudarlo con las dudas que este tenga, debemos ser equilibrados con las ayudas brindadas, así como el tiempo y lo métodos empleados.
- e) **Conocimientos y habilidades:** este hace referencia a los conocimientos previos que puedan tener los posibles usuarios del juego, si hablamos de estudiantes, pues como habíamos mencionados son personas nacidas ya en la era digital y que están familiarizados con el manejo de ordenadores, dispositivos móviles etc, en resumen son nativos digitales. Pero no necesariamente los juegos de aprendizaje deben tener el mismo grado de aceptación que las demás tecnologías, existen estudios que demuestran que aún se sigue manteniendo un alto grado de heterogeneidad entre los estudiantes, así que se debe ser cuidadoso al elegir los métodos de enseñanza.

Una vez anotados los factores, veremos cómo en nuestro juego hemos intentado de la mejor manera, cumplir con todas esas variables, a fin de garantizar, una buena aceptación como resultados positivos.

4.2 Descripciones generales del juego

Hemos decidido simular un proceso de producción, en este caso hemos elegido la producción de puertas de madera, hemos elegido esto, debido a que su proceso de producción es sencillo de comprender, y tiene áreas de trabajo fácilmente diferenciables, con actividades muy específicas y únicas de cada sección.

En un escenario inicial, Figura 14, podremos divisar cuatro áreas, Diseño y corte, Montaje, Acabado y Embalaje, cada una de ellas con elementos propios de su sección, tanto en herramientas utilizadas, así como residuos que estas generan. El estado inicial de la fábrica mostrada, es un ambiente, desordenado, sucio, caótico. Y el objetivo principal es que el usuario, vaya aplicando cada una de las 5S a cada una de las áreas mostradas y pueda ir evidenciando las mejoras que esta metodología persigue, para al final, tener una planta totalmente diferente a la inicial, esto es, ordenada y limpia.

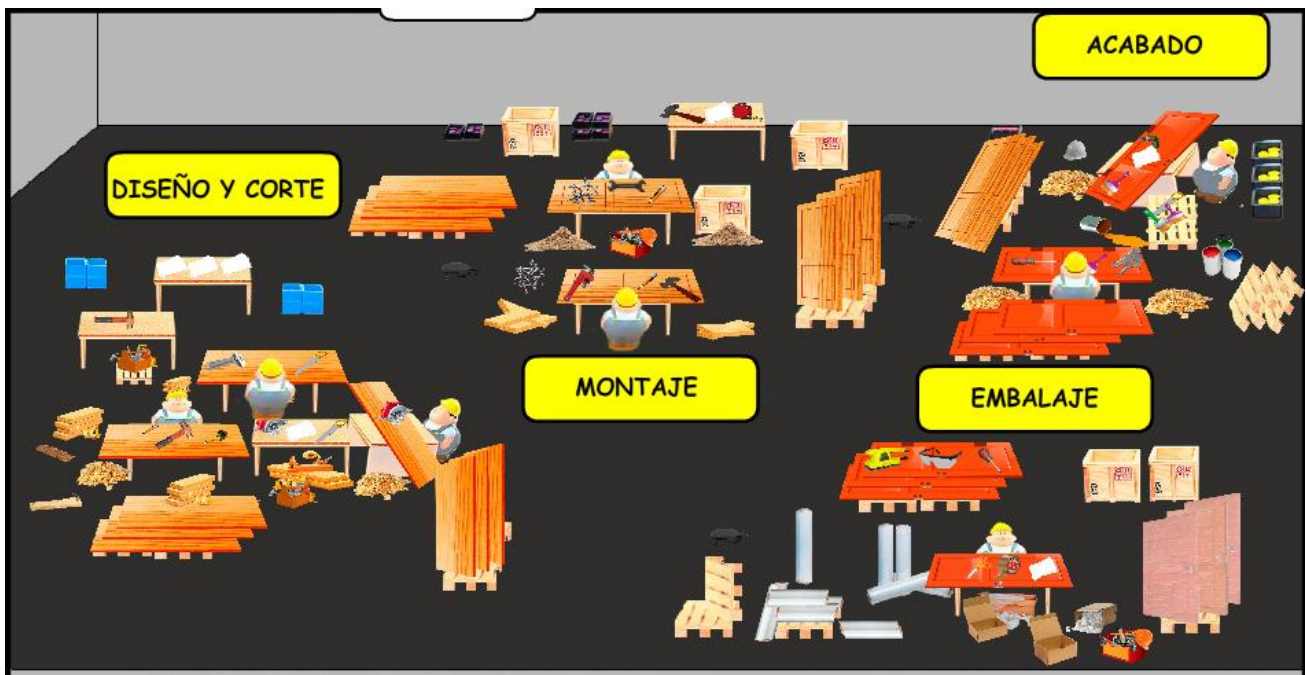


Figura 14: Escenario Inicial Fábrica de Puertas. **Elaboración:** Propia.

El juego ha sido estructurado mediante escenas, termino propio del CS6, el usuario debe cumplir con objetivos que le son planteados en cada etapa de implantación de las 5S, una vez que los cumpla podrá seguir adelante, para que esta transición entre las etapas sea de una manera amigable, a más de evidenciar el progreso de la planta en general, se ha visto necesario incluir escenas previas al inicio de cada una de las S, las cuales nos cuentan a modo de “historia”, Figura 15, lo que está ocurriendo en la empresa, ya que desde el inicio se menciona que, el usuario es el responsable de todo el juego, al cual se le ha otorgado un rol dentro de la empresa, el de Nuevo Ingeniero de Organización, quien es el encargado de llevar a cabo todos estos procesos.

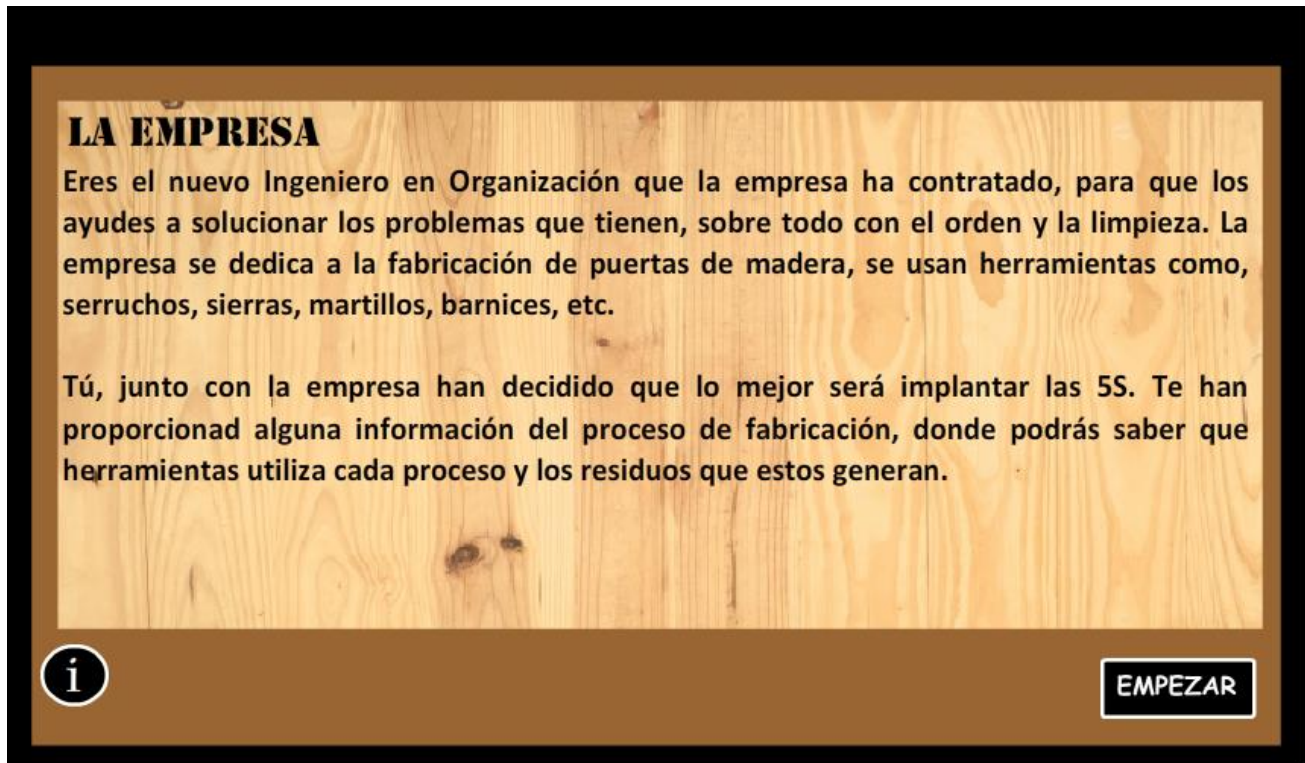






Figura 15: Transiciones entre etapas. **Elaboración:** Propia

4.3 Interfaz de manejo del juego

Obviamente el juego consta de botones, menús desplegables y demás opciones que faciliten la interacción con el usuario, pero muchos de ellos se mantienen constantes a lo largo de todo el juego, los cuales se pueden observar en la Figura 16 y Figura 17, en donde podemos ver su ubicación en la ventana del juego, y los describimos a continuación.

1.  **Botón Mostrar Instrucciones:** Al pulsar sobre él, se despliega un tablero que muestra las instrucciones u objetivos a cumplir del escenario en el que se esté en ese momento.
2.  **Botón Menú:** Este botón desplegará el menú general, en donde podremos escoger si pasar a otra etapa, regresar al escenario, volver al inicio del juego o salir totalmente de él.
3.  **Empezar S:** Este botón estará presente en cada escenario previo al inicio de cada S, al pulsarlo, dará inicio la etapa.
4.  **Menú selección S:** Esta barra está presente en cada escenario previo al inicio de las etapas, en el podemos elegir si cambiar de S.

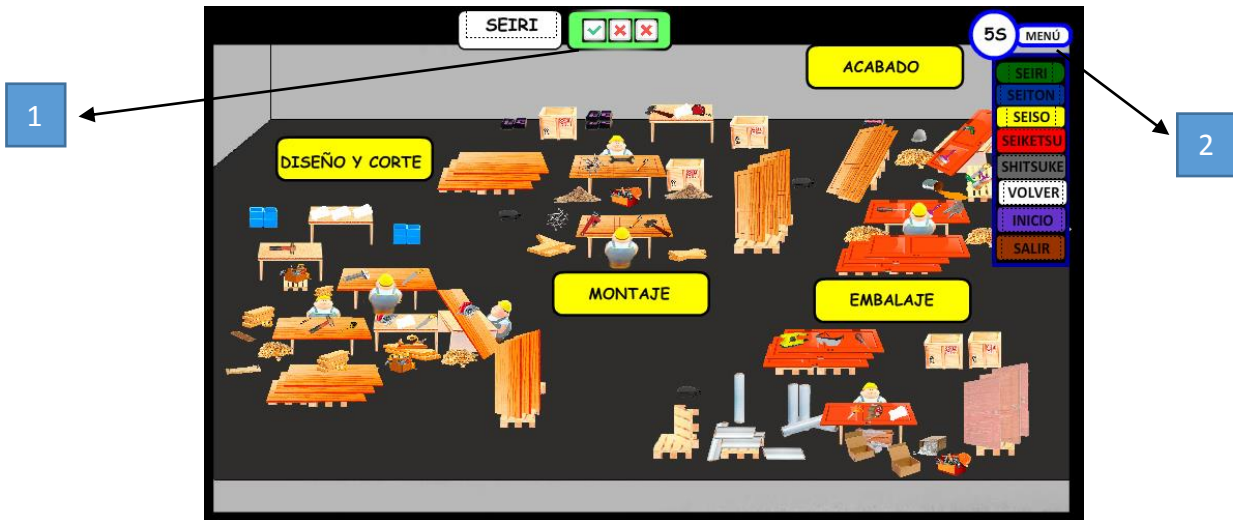


Figura 16: Ubicación botones 1 y 2. Elaboración: Propia.



Figura 17: Ubicación botones 3 y 4. Elaboración: Propia.

Además el juego consta con una pantalla de inicio, Figura 18, que es la primera que el usuario verá cuando abra el juego, una pantalla sencilla únicamente con dos botones, uno grande que da inicio a todo y el típico botón salir representando por una X.



Figura 18: Pantalla Inicial del juego. Elaboración: Propia

Una vez descrita la interfaz general que el usuario va a utilizar, podemos empezar a explicar y a detallar cada una de las etapas, lo que se realiza en cada uno de ellas, el modo de juego, etc.

4.4 Seiri-Separar

Al comenzar la etapa de Seiri, primero nos ubicaremos en su pantalla de inicio, Figura 19, en donde realizamos una explicación a modo de introducción de lo que buscamos conseguir en esta etapa, mencionando ideas y conceptos relevantes, que fueron tratados en apartados anteriores. Al iniciar la etapa, uno de los conceptos que consideramos es importante destacarlo, es el de las etiquetas rojas, es así que en este escenario, Figura 20, el jugador debe rellenar la etiqueta, en base a sus propios criterios, ya que lo importante es que conozca, los campos y apartados que esta puede tener, una vez la ha rellenado puede avanzar si así lo desea.



Figura 19: Pantalla de inicio Seiri. Elaboración: Propia.



Figura 20: Etiquetas Rojas. Elaboración: Propia.

El siguiente escenario nos presenta la situación inicial, Figura 14, podemos ver la disposición de las cuatro áreas de trabajo, así como el proceso de fabricación que estamos representando, el objetivo en este escenario es separar de la zona de trabajo todo aquello que no pertenece o no sea de utilidad para realizar el trabajo. Para ellos usaremos la metodología de las etiquetas rojas.

Para tener una mejor visualización el etiquetado lo realizaremos área por área, para lo cual debemos ir ingresando a cada una de ellas, pulsando sobre el nombre del área de trabajo, en este caso tomaremos como ejemplo el área de Diseño y corte. Al ingresar en el área, Figura 21, podremos observar dos objetos principales, un panel (1) en donde se encuentran tantas etiquetas rojas, como tipo de objetos existan en el área de trabajo, y una zona de etiquetas rojas (2), representando por pallets, en donde se irán colocando los objetos etiquetados. Además cuando posemos el cursor sobre los elementos que se muestran en el área de trabajo, se mostrará la información (3) del mismo, la cual nos será de ayuda para decidir si etiquetar o no.



Figura 21: Área de diseño ampliado, etapa Seiri. **Elaboración:** Propia.

Como se mencionó cada vez que etiquetemos un elemento de manera correcta, este se irá colocando en la zona correspondiente, una vez hayamos terminado, podemos continuar, el juego nos enviará de regreso al escenario principal, en donde podremos evidenciar que los elementos que fueron removidos ya no se encuentran, Figura 22, cuando lo deseemos podemos avanzar hacia la sección de Montaje.

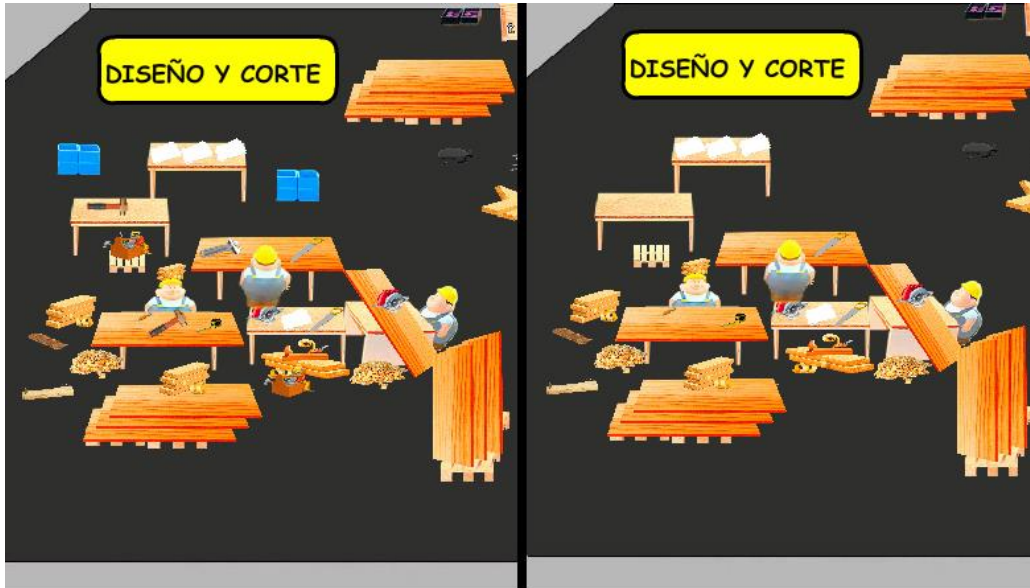


Figura 22: Antes y después de aplicar Seiri, sección Diseño y corte. **Elaboración:** Propia

Además en esta etapa, hemos decidido incluir un evento propio de los juegos, si pensamos ¿qué ocurre si nos equivocamos al etiquetar un elemento?, pues podemos equivocarnos un máximo de tres ocasiones, al cometer tres fallos, Figura 23, deberemos repetir el escenario del área en la cual nos encontráramos en ese instante.

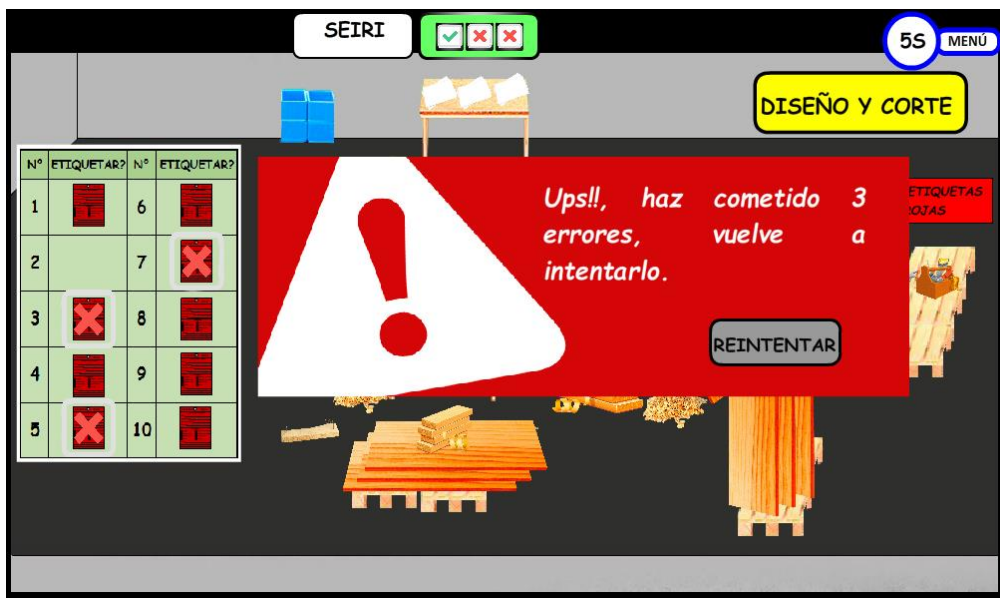


Figura 23: Mensaje de error, Seiri. **Elaboración:** Propia.

Le mecánica que ha sido descrita aquí se aplica a las tres áreas restantes, en donde cuando terminemos el área de Embalaje nos saldrá un mensaje de objetivo cumplido, Figura 24, y podremos avanzar hacia la siguiente S.



Figura 24: Mensaje de objetivo cumplido, Seiri. **Elaboración:** Propia.

Cuando cerremos el mensaje de objetivo cumplido, podremos visualizar el nuevo escenario resultante, el cual a su vez es la base para la siguiente S, el seiton.

4.5 Seiton-Ordenar

Como en la etapa anterior, iniciamos con la escena introductoria, Figura 25, en donde el concepto principal que es tratado es el del círculo de frecuencia de uso, el cual será el principal elemento usado en esta etapa del juego.



Figura 25: Pantalla de inicio Seiton. **Elaboración:** Propia.

A diferencia de la primera etapa, accedemos de manera directa a la primera área de trabajo, Figura 26, la cual ha sido ampliada para poder trabajar de mejor manera sobre ella, en esta escena podemos observar al costado izquierdo un panel que contiene los objetos a ser clasificados (1), para iniciar la clasificación debemos pulsar en el botón "Clasificar elementos" de color azul en la parte inferior de la pantalla (2), una vez haya sido pulsado aparecerá, Figura 27, el círculo de frecuencias(3), y

podremos empezar a clasificar los elementos, esto lo hacemos en base a la información de cada elemento, la cual aparecerá al colocar el cursor sobre los elementos(4).

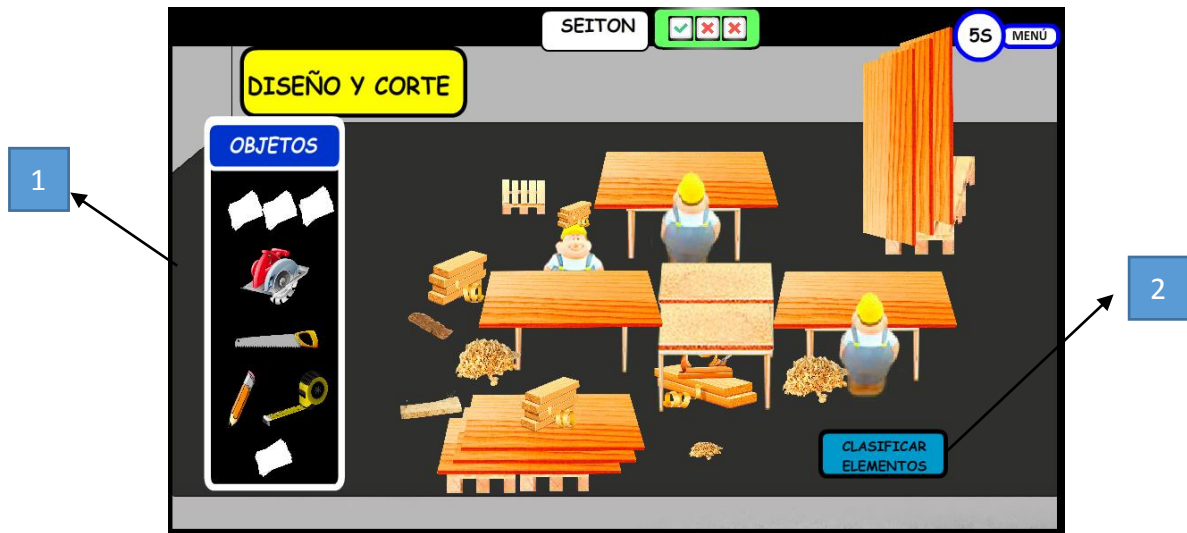


Figura 26: Estado inicial del área de diseño. **Elaboración:** Propia.

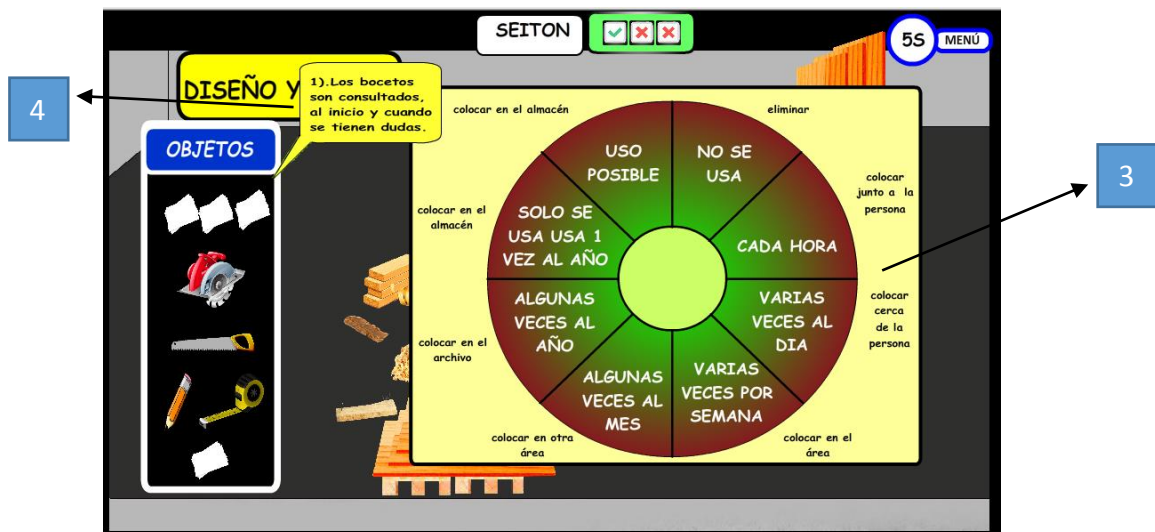


Figura 27: Círculo de frecuencia de uso e información de un elemento. **Elaboración:** Propia.

La clasificación la realizamos arrastrando los elementos con el ratón hacia el círculo (5), y debemos ubicarlos en su zona correspondiente, si acertamos en su ubicación, este se fijará en dicho segmento del círculo (6), caso contrario regresará a su posición inicial en el panel de objetos, lo podemos ver en la Figura 28.

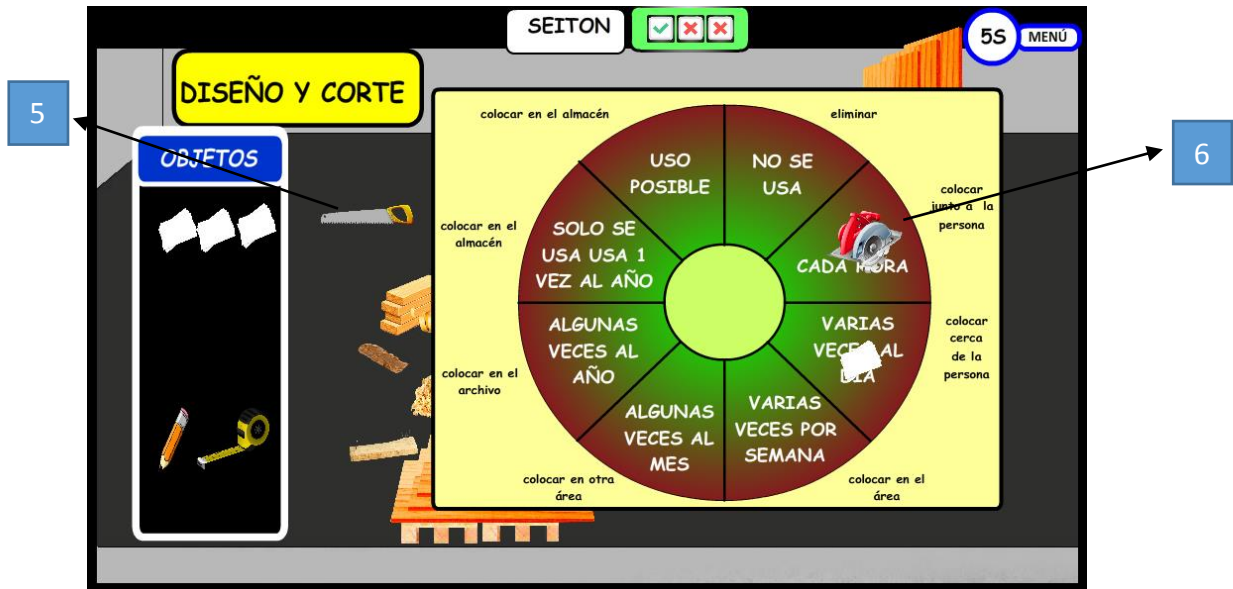


Figura 28: Clasificación de los elementos. Elaboración: Propia.

Una vez hayamos terminado de colocar todo los elementos, Figura 29, aparecerá el botón denominado “Círculo de frecuencia de uso” (7), al pulsar sobre el desaparecerán tanto el panel de objetos así como el círculo de frecuencias con los elementos que contengan, y podremos visualizar el nuevo estado del área de trabajo, y se habilitarán los botones para poder avanzar a las siguientes secciones, Figura 30.

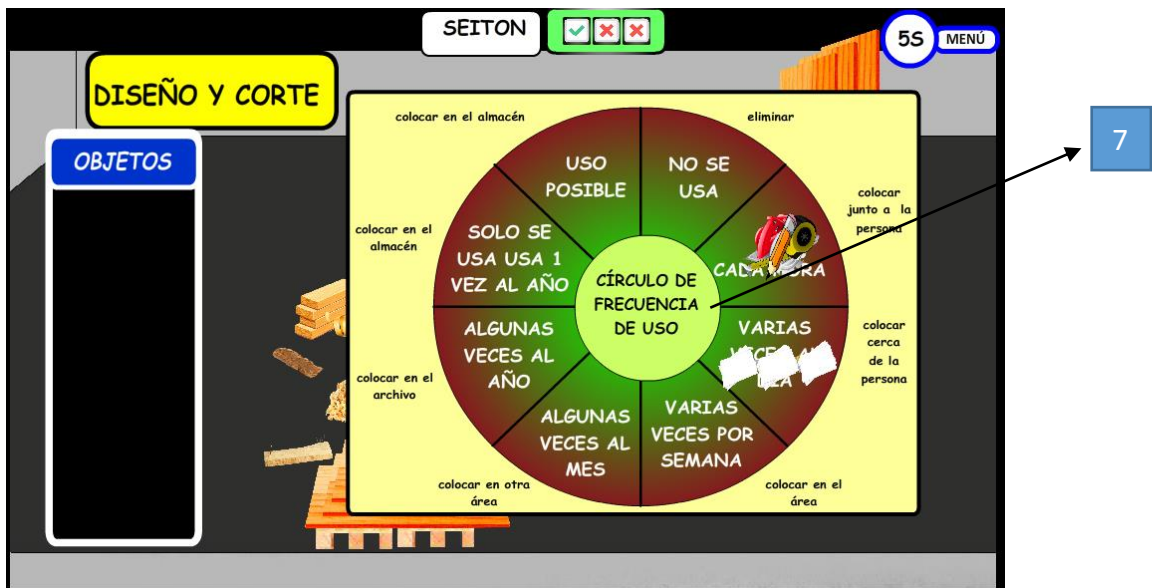


Figura 29: Elemento clasificados, botón Círculo de frecuencia de uso. Elaboración: Propia.

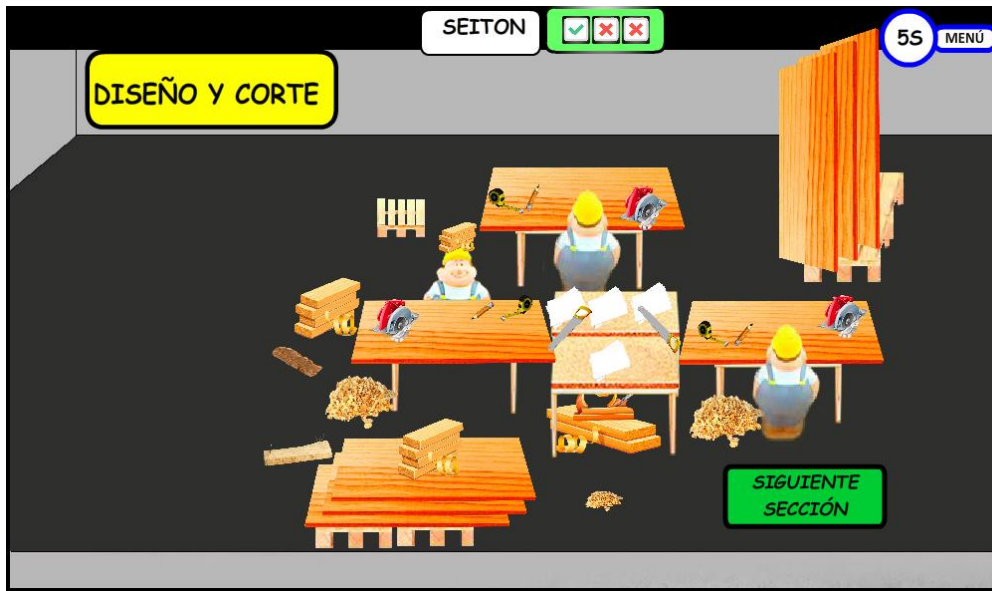


Figura 30: Nuevo estado del área de diseño luego de aplicar Seiton. *Elaboración:* Propia.

De igual manera que en la primera etapa, al terminar el Seiton en todas las áreas, nos lanzará un mensaje de objetivo cumplido, y podremos visualizar el nuevo estado de nuestra planta, Figura 31, y este será la base para la siguiente etapa.

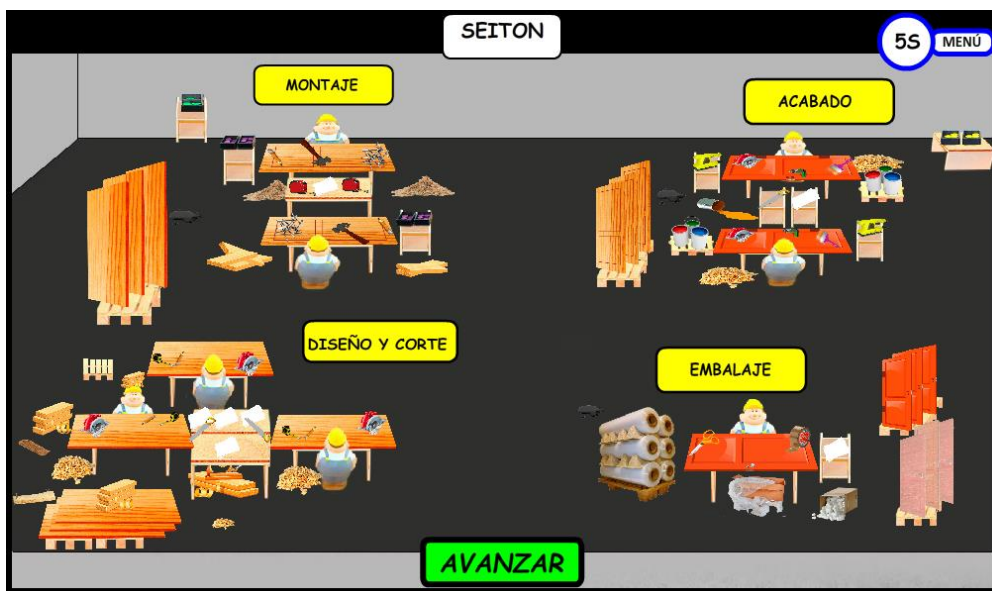


Figura 31: Nuevo estado de la planta luego de implantar Seiton. *Elaboración:* Propia.

Una vez finalizada la etapa Seiton, es válido mencionar que no existe un modo de juego como en la primera etapa, es decir aciertos o errores, por ejemplo, consideramos que no era pertinente colocar algo de este tipo, debido a no son elementos numerosos con los cuales se interactúa.

4.6 Seiso-Limpiar

Al llegar a la tercera etapa, partimos del escenario final de la anterior, Figura 31, podemos ver ya grandes diferencias a cuando iniciamos el juego, el mensaje mostrado en la pantalla inicial de esta etapa, Figura 32, habla acerca de la limpieza, y residuos que aparecen fruto de las dos etapas anteriores.



Figura 32: Pantalla inicial Seiso. Elaboración: Propia.

Esta etapa es la que reúne la mayor cantidad de características de un juego propiamente dicho, ya que, al buscar la mejor manera de hacer entretenida esta etapa, y sobre todo que lo que se haga en ella sea muy visible, decidimos trabajar sobre todas las áreas a la vez, es decir visualizaremos siempre toda la planta.

El modo de juego, consiste en “limpiar”, todos los residuos (1) que estén a lo largo de toda la planta, esto lo conseguimos dando un clic, sobre cada uno de los residuos, al hacerlo estos irán desapareciendo uno a uno, en total existen 32 residuos, entre, restos de madera, virutas, aceites, recipientes, etc. Uno de los elementos típico de los juegos que hemos colocado en este escenario, es la presencia de un contador descendente (2), el cual marca un tiempo de inicial de 30 segundos, el cual empezará a correr una vez se empiece el escenario, esto lo podemos ver en la Figura 33.



Figura 33: Seiso iniciado, tiempo en movimiento, elementos removidos. Elaboración: Propia.

Deberemos haber terminado de limpiar toda la planta antes de que termine el tiempo, si no lo conseguimos, nos aparecerá un mensaje para reintentar el escenario (3), Figura 34.



Figura 34: Tiempo terminado, mensaje de reintentar. **Elaboración:** Propia.

Si conseguimos limpiar todos los elementos, aparecerá el botón “Limpieza realizada” (4), deberemos pulsar sobre él y el tiempo se detendrá y nos mostrará el mensaje de objetivo cumplido, y podremos visualizar el nuevo estado de la planta, Figura 35, y estarán disponibles los botones para poder avanzar.

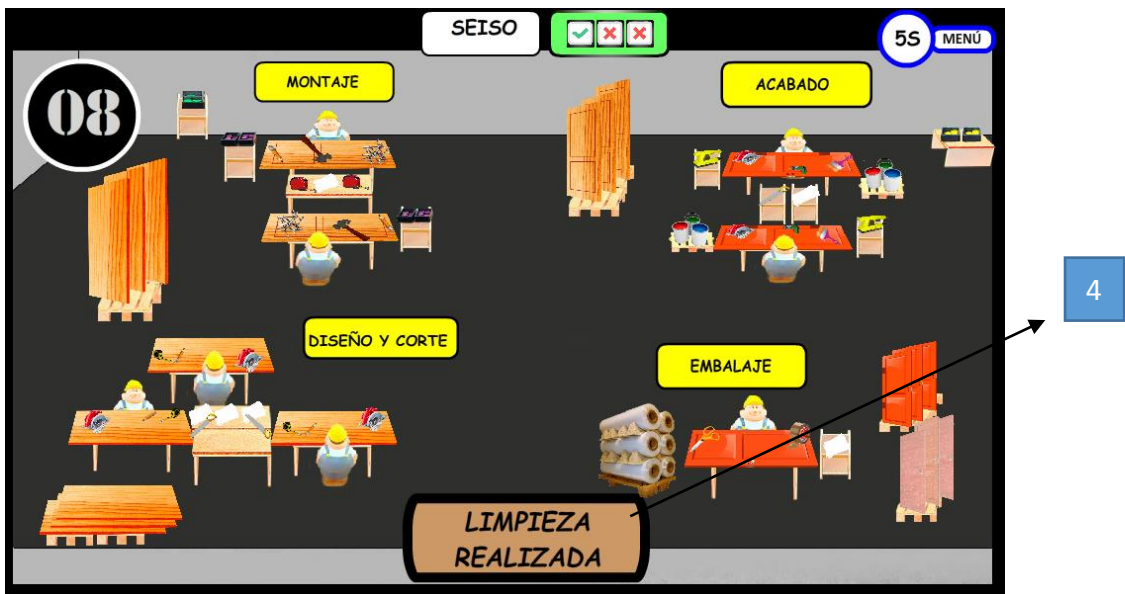


Figura 35: Nuevo estado de la planta luego de Seiso. **Elaboración:** Propia.

En esta etapa, han finalizado los escenarios en los cuales debemos interactuar más con los objetos, es decir, moverlos, retirarlos, etc. Una vez culminadas las tres S, el escenario es la base para las dos etapas finales.

4.7 Seiketsu-Estandarizar

Llegado a la cuarta etapa, el Seiketsu hemos decidido, darle énfasis a las señaléticas, colores, demarcaciones, etc, para mantener el alto contenido visual del juego. Esto se manifiesta en la

pantalla inicial de la etapa, Figura 36. Al igual que la etapa anterior, en este escenario trabajaremos sobre todas las áreas a la vez, ya que los cambios se efectuarán de igual manera en todas ellas.



Figura 36: Pantalla inicial Seiketsu. Elaboración: Propia.

En esta etapa el modo de juego consiste en realizar una “personalización” de la planta, ya que al jugador se le ofrece cierto grado de libertad, ya que el decidirá colores de las secciones por ejemplo. Para esto se ha colocado un panel denominado “Estandarizar”, para activarlo debemos presionar sobre el botón del mismo nombre (1), al hacerlo este desplegará un menú que contiene las siguientes submenús, “Demarcar área de trabajo-colores” (2), “Tipo de producto” (3), “Zona de circulación”(4), “Descripción de operaciones”(5), esto lo podemos ver en la FIGURA 37.

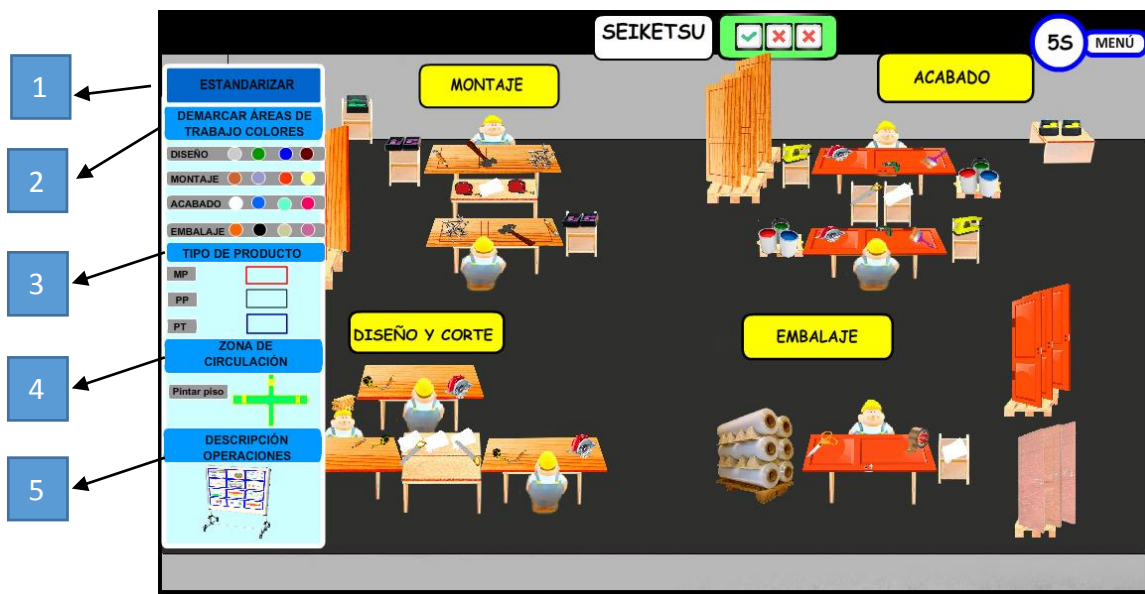


Figura 37: Estado inicial, y menú estandarizar. Elaboración: Propia.

Con el submenú “Demarcar área de trabajo-colores”, lo que el jugador podrá hacer es elegir un color o no, para una de las cuatro áreas de trabajo, a modo de paleta de colores, el jugador puede ir variando de colores, hasta que decida cual escoger, Figura 38.

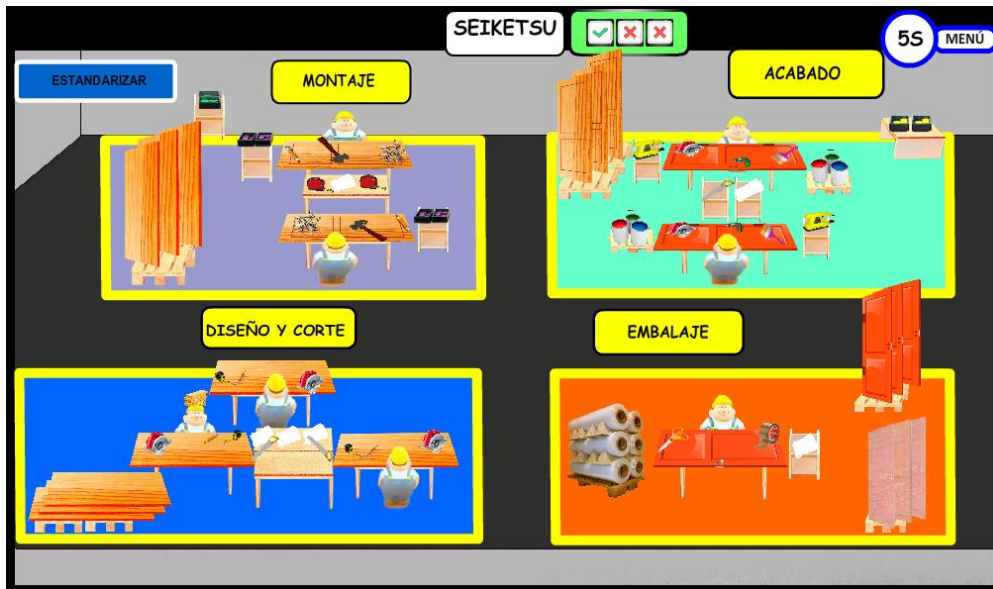


Figura 38: Áreas demarcadas con colores distintos. **Elaboración:** Propia.

El submenú, “Tipo de producto”, representa la demarcación de las áreas de los tres tipos de producto que pueden existir en un proceso de producción, Materia prima, Producto en proceso y Producto terminado, cada uno de ellos representado por un color, rojo, negro y azul según corresponda, Figura 39.

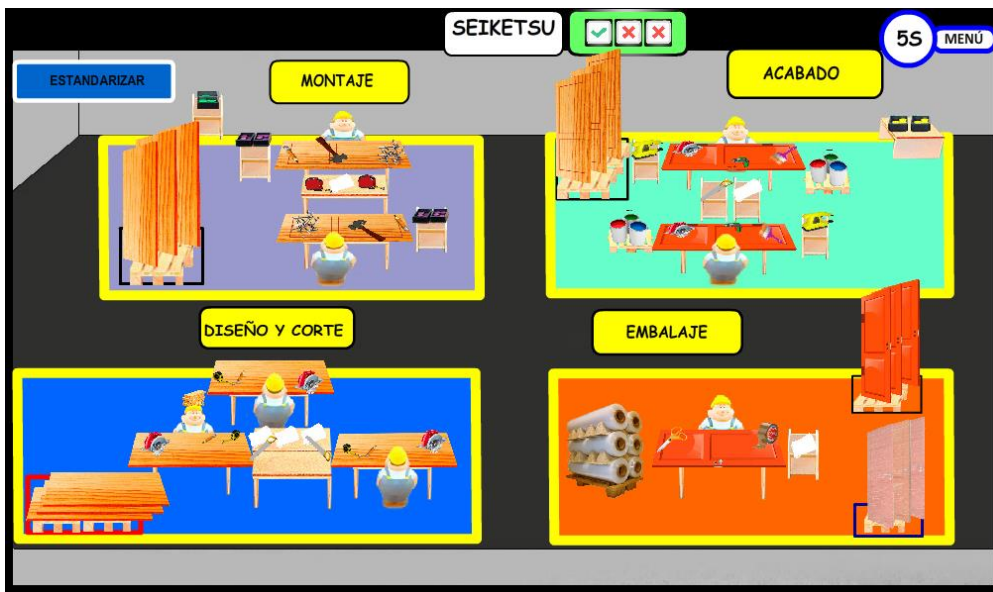


Figura 39: Zonas de tipo de producto demarcadas. **Elaboración:** Propia.

El submenú, “Zona de circulación”, nos permitirá demarcar las zonas de circulación de la planta, se ha elegido un color de tonalidad verde, y se demarcarán, líneas amarillas que representan los límites de la zona, así como los pasos peatonales que comunican las diferentes áreas, Figura 40.

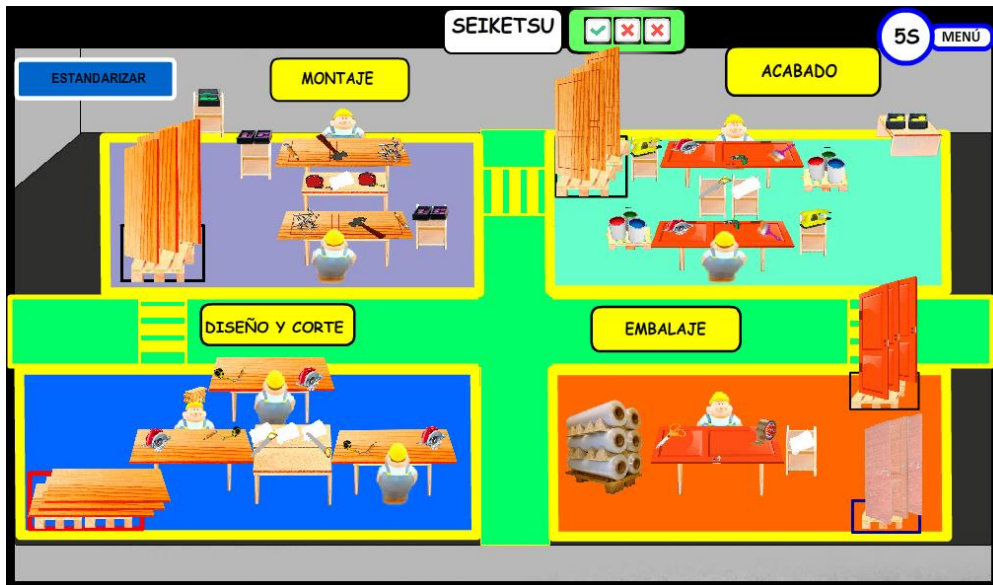


Figura 40: Zona de circulación demarcada. Elaboración: Propia.

Y finalmente el submenú “Descripción de operaciones”, representa el hecho de colocar las instrucciones del proceso y de las operaciones en los puestos de trabajo. Una vez hayamos colocado todos estos elementos en la planta, se visualizará el mensaje de objetivo cumplido, y podremos visualizar el nuevo estado de la planta, Figura 41, y avanzar a la siguiente etapa.

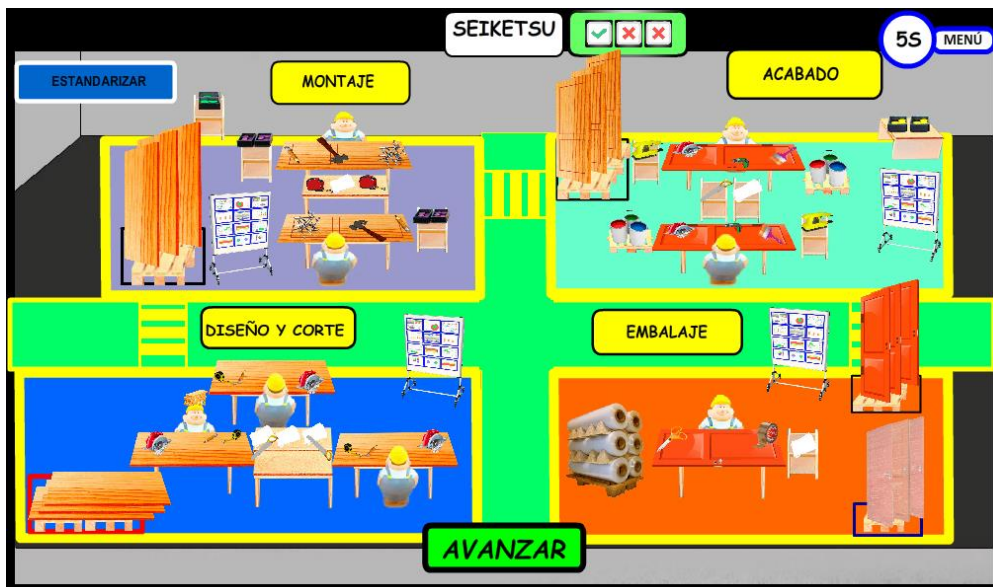


Figura 41: Estado final de la planta luego de Seiketsu. Elaboración: Propia.

4.8 Shitsuke-Disciplina

En esta última etapa, fue complicado decidir la mejor manera, de mostrar esta S, ya que la disciplina es algo no tangible, que no se puede visualizar, así que decidimos enfocarnos, en el proceso de auditoría que usualmente realizan las empresas, que se encuentran implantando el Shitsuke, esto es mencionado en la pantalla inicial, Figura 42.



Figura 42: Pantalla inicial Shitsuke. Elaboración: Propia.

La tarea a realizar en esta etapa, es auditar dos de las cuatro áreas de trabajo, de manera específica el área de diseño y el área de embalaje, el escenario, Figura 43, muestra de manera fija un formulario de auditoría, el cual consta de datos generales(1), como fechas, nombre del auditor, área auditada, el formulario está dividido en 4 columnas, Nº (2), en donde enumera los aspectos a ser auditados, una segunda columna en donde describe el aspecto a ser auditado (3), y la tercera y cuarta columna(4), en donde deberemos colocar si cumple o no la auditoría.

Nº	Aspecto a comprobar	SI	NO
1	Existen residuos de madera o viruta en el área de trabajo		
2	Las herramientas están colocados en el lugar designado.		
3	Existen derrames de aceites o líquidos en el área de trabajo		
4	Existen equipos o heramientas que no pertenecen al área de trabajo		
5	La materia prima y producto en proceso se encuentran en sus zonas respectivas		
6	Los tableros de operaciones y descripción de actividades están en su lugar destinado.		
7	Las demarcaciones del piso están en buen estado.		

Figura 43: Formulario de auditoría. Elaboración: Propia.

Para poder realizar la auditoría, el jugador debe y puede observar el área a auditar, para poder hacerlo, debe posar el cursor en la pestaña "Sección"(7), una vez realice esto se desplegará una imagen de la sección auditada, Figura 44, y al salir del área de la imagen mostrada, esta se volverá a ocultar y así podremos rellenar la auditoría, cuando el jugador lo desee puede avanzar a la siguiente auditoría.



Figura 44: Área a ser auditada, Diseño. Elaboración: Propia.

Una vez hayamos realizado las dos auditorías habremos finalizado, la etapa final, y podremos pasar a una pantalla de final del juego, Figura 45, en donde al posarnos en los iconos (1) que representan cada una de las S, podremos ver imágenes, Figura 46, del proceso de implantación a lo largo de todo el juego.

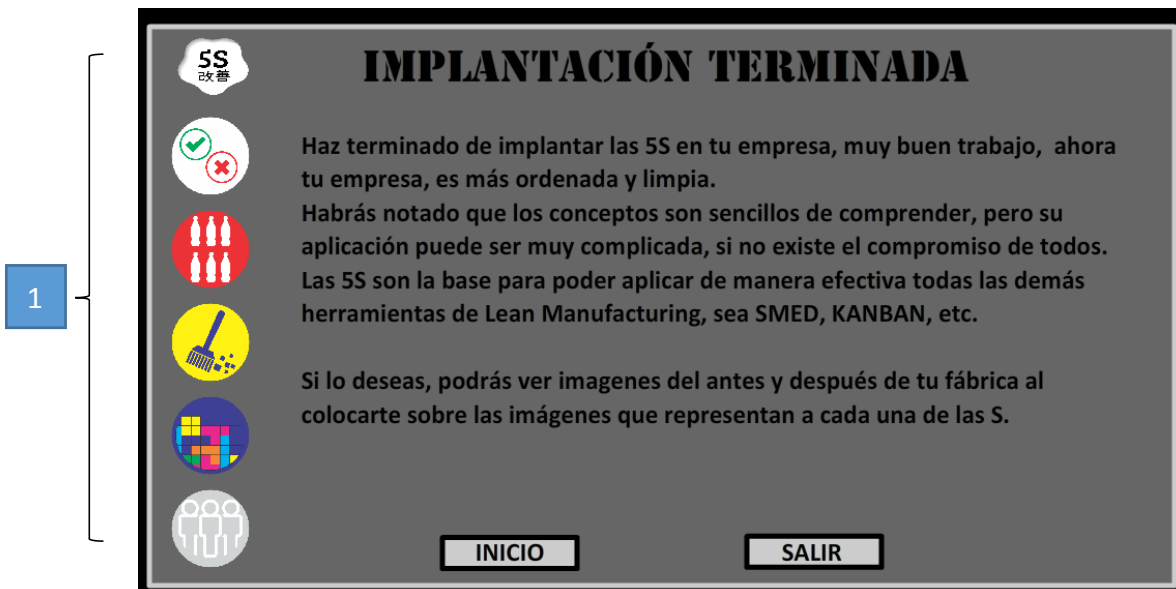


Figura 45: Pantalla de finalización del juego. Elaboración: Propia.

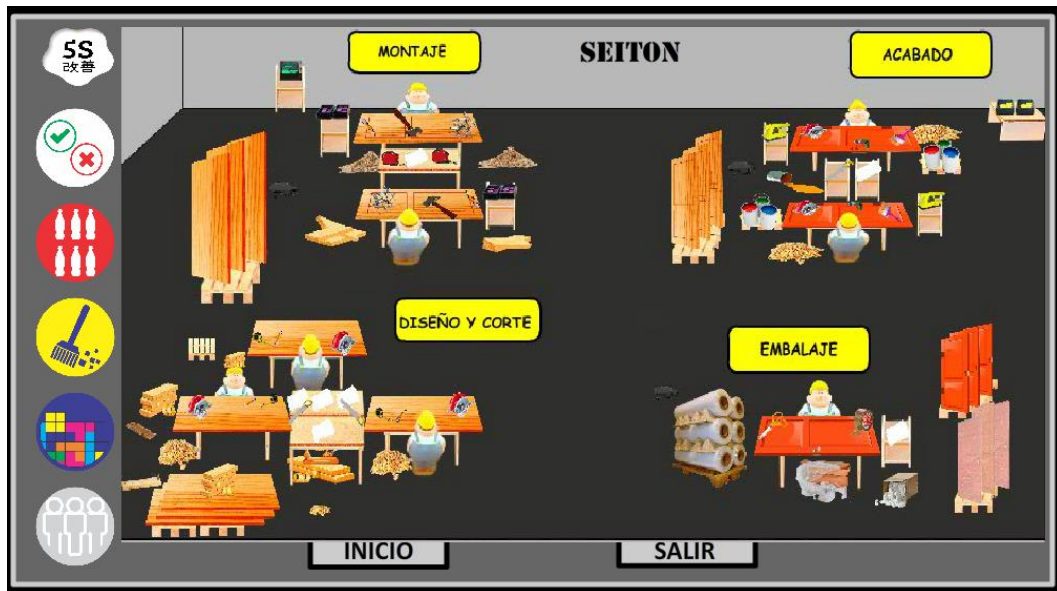


Figura 46: Imágenes del proceso de implantaci3n. Elaboraci3n: Propia.

Con esto se da por finalizado el juego, el usuario si así lo desea, podrá salir del juego o retornar a la pantalla inicial, Figura 18.

5 Validación de la Aplicación

Para el juego desarrollado, consideramos importante realizar una evaluación del mismo, para lo cual hemos generado una encuesta que consta de 13 preguntas, las cuales buscan conocer el grado de satisfacción del usuario en aspectos como, funcionalidad, eficiencia del juego, facilidad de uso, grado de aportación al aprendizaje, etc.

Las preguntas son de opción múltiple, con una escala de valoración que va de 0 a 5, en donde 0 representa que el usuario está Totalmente en desacuerdo y 5 Totalmente de acuerdo, las cuestiones planteadas son las siguientes:

1. El juego te ha parecido intuitivo de utilizar
2. Los escenarios propuestos se apegan a un entorno realista.
3. El juego me ha permitido entender mejor la metodología 5S
4. Crees que el juego motiva al aprendizaje.
5. Este tipo de juegos debe ser aplicado a otras herramientas LEAN
6. La información proporcionada en el juego es clara y comprensible.
7. Haz jugado antes otro juego para aprender las 5S.
8. Crees que el juego debería ser mejorado.
9. Crees que este juego puede ser usado para la formación y capacitación de personal de empresa.
10. El juego es demasiado complejo de utilizar.
11. Te ha gustado el juego de manera general.
12. Los botones, menús, etc, han cumplido su funcionalidad.
13. El diseño propuesto te parece adecuado.

Se han recibido 15 respuestas de estudiantes, que en su formación académica, estudian temas referentes a las herramientas de lean, los resultados de la encuesta se muestran a continuación para cada pregunta planteada.

Para la pregunta 1, los resultados obtenidos, FIGURA 47 manifiestan que un 60% de ellos están totalmente de acuerdo que el juego es intuitivo de utilizar, mientras que el 40% restante manifestó que está de acuerdo lo cual es un resultado bastante positivo.

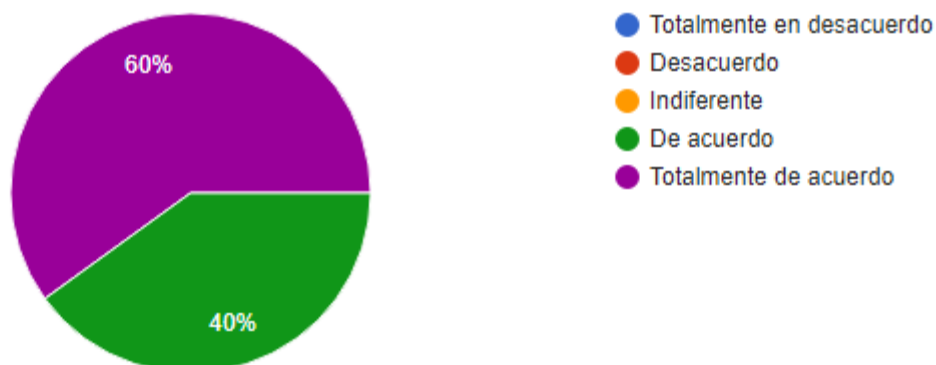


Figura 47: Resultado encuesta, pregunta 1. Elaboración: Propia

En la pregunta 2, FIGURA 48, el 80% manifestó estar de acuerdo, mientras el 20% restante estuvo totalmente de acuerdo, lo cual muestra que el contexto elegido para el juego, se apega de manera correcta a la realidad.

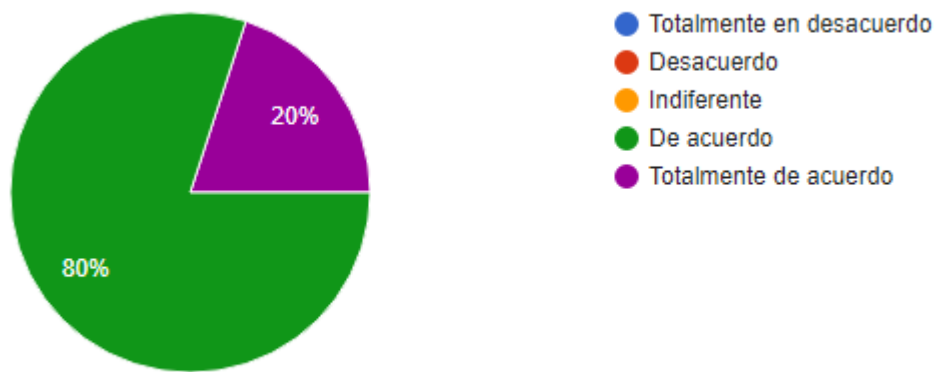


Figura 48: Resultado encuesta, pregunta 2. **Elaboración:** Propia

La pregunta 3 arroja como resultado, FIGURA 49, que el 60% manifestó estar de acuerdo con que el juego ha permitido entender de mejor manera las 5s, frente a un 40% que está totalmente de acuerdo, esta es un resultado positivo, ya que está cumpliendo uno de sus objetivos principales.

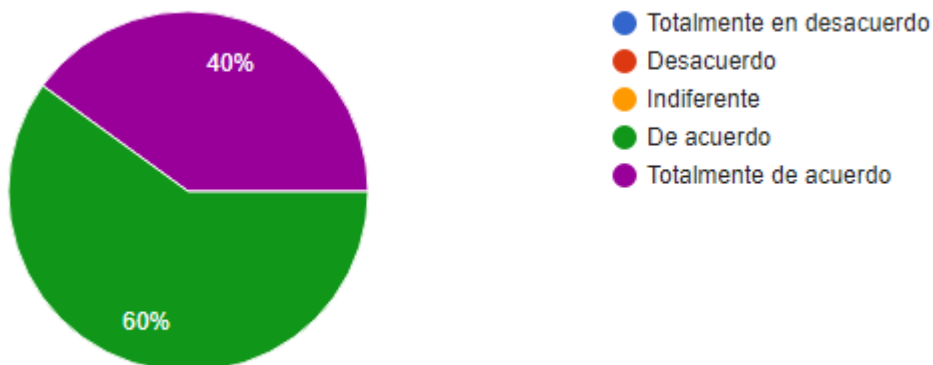


Figura 49: Resultado encuesta, pregunta 3. **Elaboración:** Propia

La cuestión evaluada número 4, muestra un resultado, FIGURA 50, algo más dividido, aunque un 60% manifestó estar totalmente de acuerdo con que el juego motiva al aprendizaje, el 40% restante se divide en estar de acuerdo y que es indiferente, posiblemente debido a que el juego aún no ha sido utilizado en una clase tal cual.

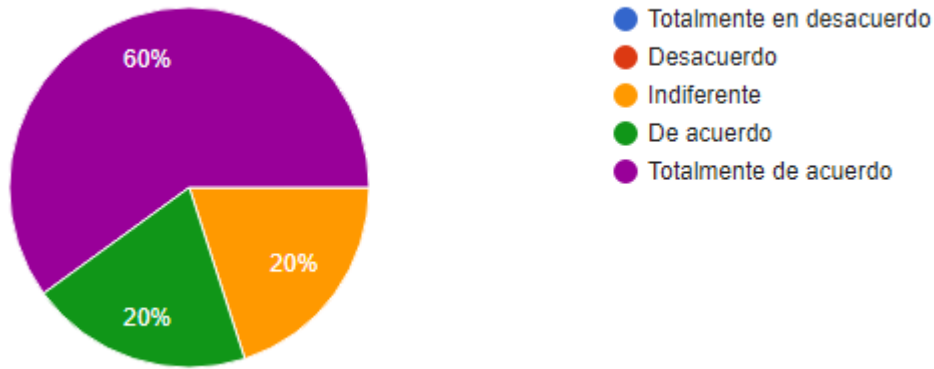


Figura 50: Resultado encuesta, pregunta 4. **Elaboración:** Propia

En la pregunta 5 un 60% está totalmente de acuerdo, FIGURA 51 que este tipo de juegos deben ser aplicados a otras herramientas, llama la atención que en esta pregunta hubo un porcentaje que manifestó que no se debería aplicar.

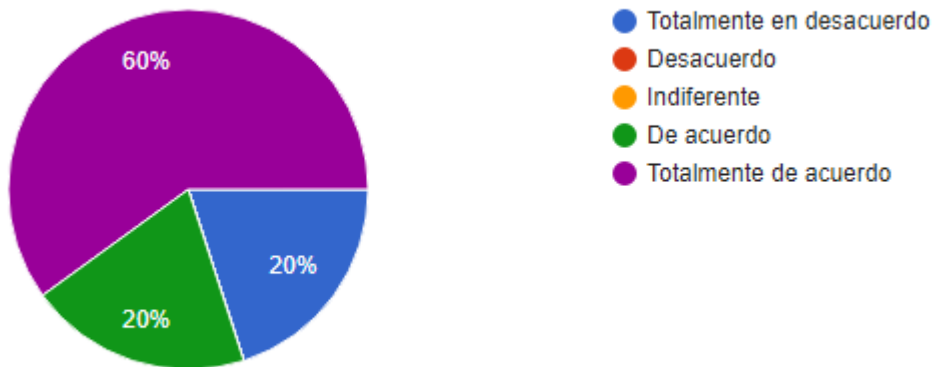


Figura 51: Resultado encuesta, pregunta 5. **Elaboración:** Propia

En la cuestión número 6, FIGURA 52, referente a la claridad de la información, tiene un resultado muy positivo, ya que el 60% manifestó que está de acuerdo y el 40% restante que está totalmente de acuerdo.

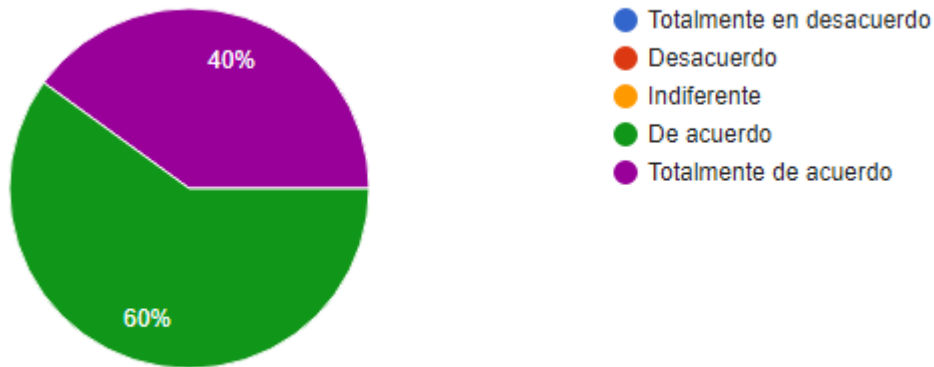


Figura 52: Resultado encuesta, pregunta 6. **Elaboración:** Propia

En la pregunta 7, FIGURA 53 se muestra que un 60% de los estudiantes no han jugado un juego para aprender las 5s, mientras que el 40% restante si lo ha hecho.

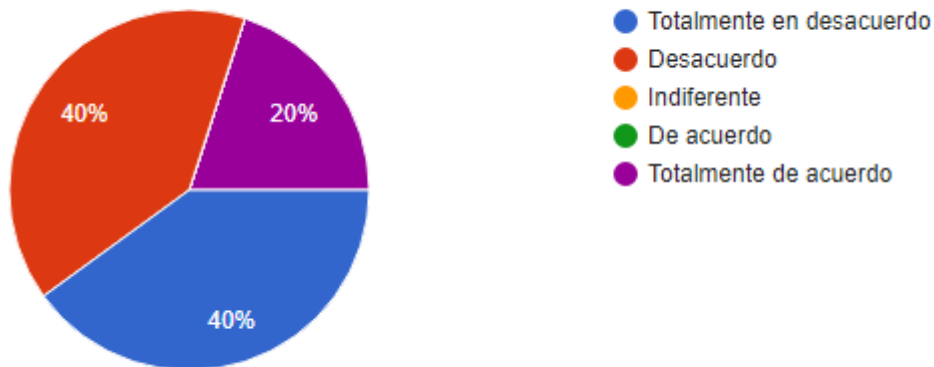


Figura 53 : Resultado encuesta, pregunta 7. **Elaboración:** Propia

La pregunta 8, FIGURA 54, manifiesta que un 80% de los jugadores cree que el juego deber mejorado, frente al 20% que no lo cree así, esto nos abre un abanico de posibilidades de mejora.

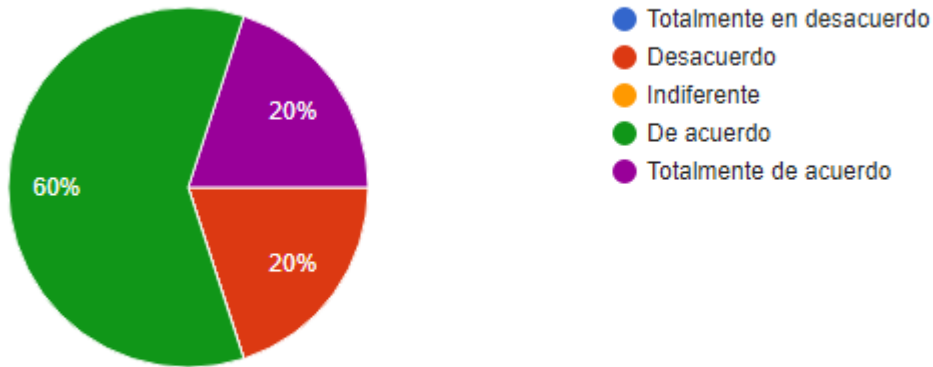


Figura 54: Resultado encuesta, pregunta 8. **Elaboración:** Propia

En la pregunta 9, FIGURA 55, el 100% de los estudiantes cree que este juego puede ser usado para formación empresarial, siendo un resultado muy positivo y mostrando el potencial de ser no solo una herramienta dentro del aula de clases sino fuera de ella.

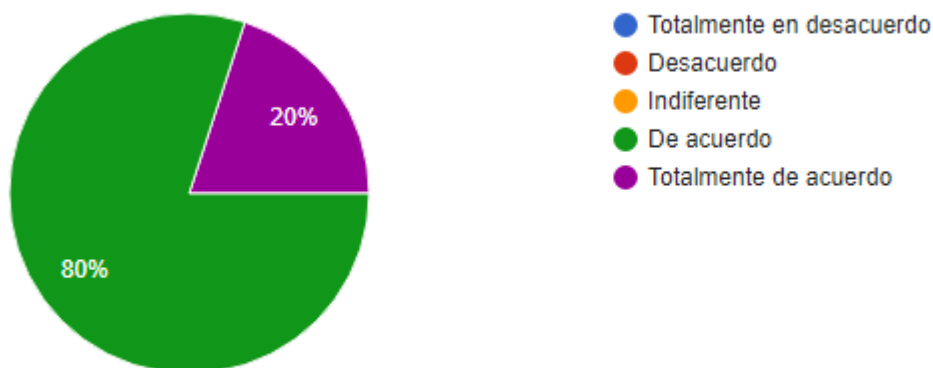


Figura 55 :Resultado encuesta, pregunta 9. **Elaboración:** Propia

En la pregunta 10, FIGURA 56, el 60% manifestó que no les parece que el juego tenga un manejo complejo, lo cual nos muestra que los botones, menús, etc, han sido de utilidad.

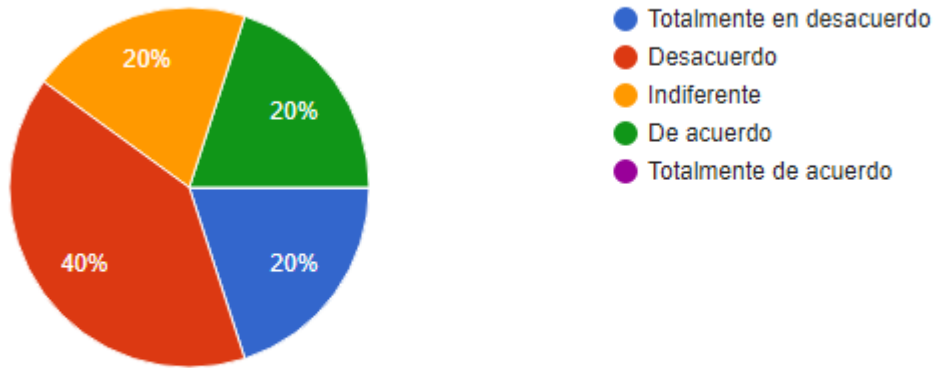


Figura 56: Resultado encuesta, pregunta 10. **Elaboración:** Propia

En la pregunta 11, FIGURA 57, el 100% de los estudiantes manifestó que el juego les ha gustado.

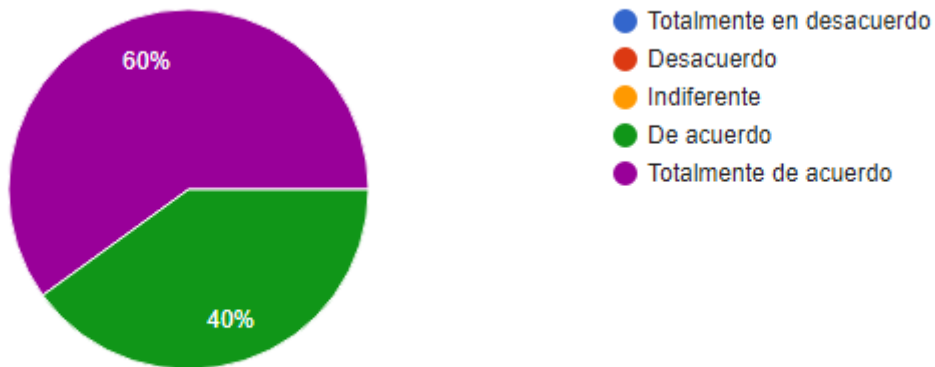


Figura 57: Resultado encuesta, pregunta 11. **Elaboración:** Propia

La pregunta, 12, FIGURA 58, refleja que el 80% cree que los botones colocados cumplen con su funcionalidad, lo cual complementa la pregunta 10.

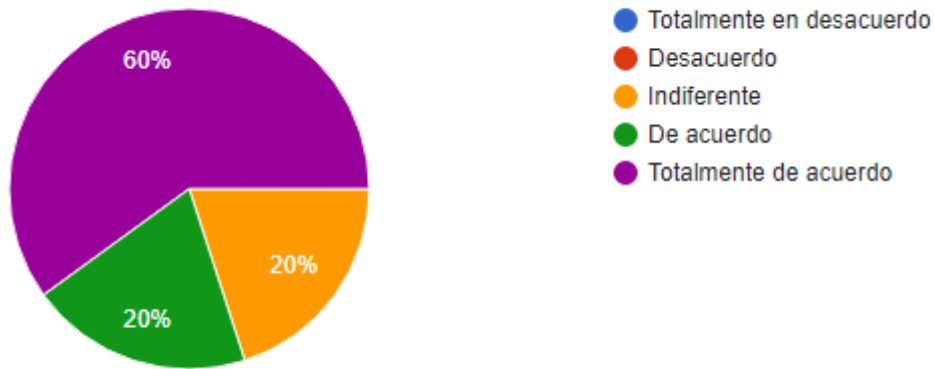


Figura 58 : Resultado encuesta, pregunta 12. **Elaboración:** Propia

Y en la pregunta final, FIGURA 59, el 100% ha manifestado que el diseño del juego les parece adecuado, lo cual es un resultado positivo, y refleja que tanto el realismo, situación simulada, etc, son los correctos.

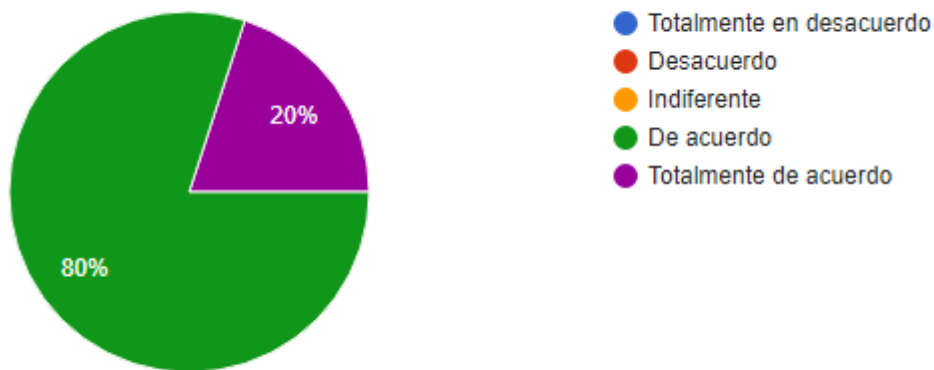


Figura 59 : Resultado encuesta, pregunta 13. **Elaboración:** Propia

Una vez analizados todos los resultados, presentamos una tabla resumen de los resultados obtenidos, TABLA155.

Además en la encuesta se establece una repuesta abierta donde los estudiantes pueden exponer, sus comentarios y sugerencias, para mejorar el juego, algunos manifestaron aclarar de mejor manera la funcionalidad de los diferentes menús y botones de la interfaz, así como usar botones estándar, para funcionalidades como avanzar o regresar. Sugerencias que han sido tomadas en cuenta y serán implantadas.

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	40%	40%	0%	0%	0%
2	20%	40%	0%	0%	0%
3	40%	60%	0%	0%	0%
4	60%	20%	20%	0%	0%
5	60%	20%	0%	0%	20%
6	40%	60%	0%	0%	0%
7	20%	0%	0%	40%	40%
8	20%	60%	0%	20%	0%
9	20%	80%	0%	0%	0%
10	20%	20%	0%	40%	20%
11	60%	40%	0%	0%	0%
12	60%	20%	20%	0%	0%
13	20%	80%	0%	0%	0%

Tabla 6: Resumen de respuesta de la encuesta de satisfacción. **Elaboración:** Propia.

6 Conclusiones y líneas futuras de investigación

Una vez terminado el presente trabajo, la investigación previa así como el desarrollo del juego, podemos determinar las siguientes conclusiones:

- Hemos diseñado y desarrollado con éxito un juego didáctico que ayudará al aprendizaje de herramientas lean, enfocado en la metodología 5s. Diseñado de manera digital, por ende fue programado en su totalidad, haciendo uso de las herramientas que provee Adobe Flash Player.
- Se pudo evidenciar en la investigación, la existencia de juegos y simulaciones para el aprendizaje de herramientas de lean manufacturing, lo cual mostró que la utilización de este tipo de herramientas es algo que ha estado presente durante varios años en el mundo empresarial. Existiendo una gran cantidad de juegos físicos, pero sin una contraparte digital, la cual se convierte en un gran diferenciador de nuestra propuesta.
- Los escenarios propuestos en el juego, se enfocan en los conceptos principales de cada una de las fases de implantación de la metodología 5S, para de esta manera reforzar los conceptos teóricos que el estudiante pueda tener previamente. Y si se tratase de una introducción inicial a la metodología, al usar conceptos sencillos, se facilita el aprendizaje de los mismos.
- Con la validación del juego, pudimos comprobar que es una herramienta eficaz, que motiva al aprendizaje y la formación. Si bien en esta etapa presenta cuestiones que deben ser mejoradas y potenciadas, en este punto el juego cumple con sus objetivos principales.

Como líneas futuras de investigación, existen varias posibilidades, las cuales las exponemos a continuación.

- Realizar un estudio, comparando la eficacia del juego en el grado de mayor o menor aprendizaje, frente a los métodos tradicionales de enseñanza, lo cual podría ser realizado en las asignaturas que tratan los temas referentes al lean manufacturing y replicar el estudio pero en la formación empresarial.
- El juego podría ser adaptado a diferentes procesos de producción, sea al sector textil, metalmecánico, etc, en donde abarcaría las particularidades de cada uno de ellos.
- Desarrollar otros juegos que involucren a otras herramientas del lean, como SMED, KANBAN, etc, ya sea de manera específica o juegos que involucren más de una herramienta a la vez.
- ...

Referencias bibliográficas

- Altamirano Martínez, J. V., Mollá Vayá, Ramón Pascual, & Universitat Politècnica de València. (2016). *¿Esto Es Un Juego? Juegos Serios Y Gamificación, Taxonomía Y Aplicación*.
- Badurdeen, F., Marksberry, P., Hall, A., & Gregory, B. (2010). Teaching lean manufacturing with simulations and games: A survey and future directions. *Simulation & Gaming, 41*(4), 465-486.
- Cabrera, R. (2012). *Manual de Lean Manufacturing: Simplificado para PYMES*: Barcelona: Editorial Académica Español.
- Carreras, M. R., & García, J. L. S. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*: Ediciones Díaz de Santos.
- Chamorro, M. (2016). Adobe Flash Player Retrieved 16 de Junio, 2017, from <https://2acd8-descargar.phpnuke.org/es/c156208/adobe-flash-professional-cs6>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. Paper presented at the Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P., & Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games *Serious games and edutainment applications* (pp. 25-43): Springer.
- Gomes, D. F., Lopes, M. P., & de Carvalho, C. V. (2013). Serious games for lean manufacturing: the 5S game. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 8*(4), 191-196.
- Gómez, M. (2014). *Lean Manufacturing en español*: Speedy Publishing.
- González Tardón, C. (2014). *Videojuegos y transformación social. Aportaciones conceptuales y metodológicas*: Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad de Deusto.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean: a guide to implementation*: Lean Enterprise Research Centre Cardiff.
- Hirano, H. (1997). *5S para todos: 5 pilares de las fábricas visuales*: TGP Hosin.
- Kuriger, G. W., Wan, H.-D., Mirehei, S. M., Tamma, S., & Chen, F. F. (2010). A web-based lean simulation game for office operations: training the other side of a lean enterprise. *Simulation & Gaming, 41*(4), 487-510.
- Leal, F., Martins, P. C., Torres, A. F., Queiroz, J. A. d., & Montevechi, J. A. B. (2017). Learning lean with lego: developing and evaluating the efficacy of a serious game. *Production, 27*(SPE).
- Liker, J. K. (2004). *The toyota way*: Esensi.
- Lindo-Salado-Echeverría, C., Sanz-Angulo, P., De-Benito-Martín, J. J., & Galindo-Melero, J. (2015). Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5S. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*(16), 60-75.
- Martin, A. C. U., & Prieto, M. d. S. C. (2014). Aprendizaje a través de juegos de simulación: un estudio de los factores que determinan su eficacia pedagógica. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(47).
- McCallum, S. (2012). Gamification and serious games for personalized health. *Stud Health Technol Inform, 177*(2012), 85-96.

- Moutinho, E. C. (2012). *Desenvolvimento de um jogo de simulação do sistema de produção Lean ferramentas: balanceamento da linha, VSM e SMED*. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Müller, B. C., Reise, C., & Seliger, G. (2015). Gamification in factory management education—a case study with Lego Mindstorms. *Procedia CIRP*, 26, 121-126.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*: crc Press.
- Pasin, F., & Giroux, H. (2011). The impact of a simulation game on operations management education. *Computers & Education*, 57(1), 1240-1254.
- Pourabdollahian, B., Taisch, M., & Kerga, E. (2012). Serious games in manufacturing education: Evaluation of learners' engagement. *Procedia Computer Science*, 15, 256-265.
- Poy-Castro, R., Mendaña-Cuervo, C., & González, B. (2015). Diseño y evaluación de un juego serio para la formación de estudiantes universitarios en habilidades de trabajo en equipo. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação(SPE3)*, 71-83.
- Proserpio, L., & Gioia, D. A. (2007). Teaching the virtual generation. *Academy of Management Learning & Education*, 6(1), 69-80.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. *Madrid: Díaz de Santos*.
- Scotland, K. (2013). Lego Flow Game Retrieved 16 de Junio de 2017, 2017, from <http://availagility.co.uk/resources/games/lego-flow-game/>
- Verma, A. K. (2003). Simulation tools and training programs in lean manufacturing—current status. *Report submitted to the National Shipbuilding Research, Advanced Shipbuilding Enterprise Program*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.