



DESARROLLO DE UN JUEGO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE HERRAMIENTAS LEAN

Trabajo Fin de Máster

Autor: Palomo Álvarez, Violeta

Tutor: Gento Municio, Ángel Manuel

Contenido

1	Introducción	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Alcance	2
1.4	Estructura/ Organización del documento	2
2	LEAN MANUFACTURING.....	5
2.1	Descripción.....	5
2.2	Origen	6
2.3	Evolución.....	7
2.4	Estructura del sistema Lean Manufacturing	8
2.4.1	Primer nivel	9
2.4.2	Segundo nivel.....	9
2.4.3	Tercer nivel	12
2.5	Principios del sistema Lean	13
2.5.1	Cero Defectos (Jidoka).....	13
2.5.2	Minimización de despilfarros.....	14
2.5.3	Mejora continua.....	16
2.5.4	Proceso Pull.....	18
2.5.5	Flexibilidad.....	19
2.5.6	Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores	19
2.6	Metodología.....	20
2.7	Herramientas.....	21
2.7.1	TABLERO KANBAN	21
2.7.2	5S.....	23
3	GAMIFICACIÓN	25
3.1	Gamificación o ludificación	25
3.1.1	Gamificación en la educación	26
3.1.2	Aprender haciendo (Learning by doing)	27
3.2	Juego Didáctico	28
3.2.1	Importancia de los juegos didácticos	29
3.2.2	Características de los juegos didácticos	30
3.2.3	Fases de un juego	31
3.2.4	Clasificación.....	32
3.3	Ejemplos	33

3.3.1	Juegos comerciales “de toda la vida”	33
3.3.2	Las TIC y la gamificación educativa.....	36
4	JUEGO PROPUESTO. MANUAL DE PROFESOR.....	39
4.1	Introducción.....	39
4.2	Descripción.....	39
4.3	Sesiones	40
4.4	Roles de los alumnos	40
4.5	Materiales necesarios.....	41
4.5.1	Materiales específicos de las simulaciones 2 y 3	43
4.6	Situación inicial- Primera simulación.....	45
4.6.1	Tiempos estimados	46
4.6.2	Preparativos	47
4.6.3	Datos económicos	48
4.6.4	Objetivos	48
4.7	Segunda simulación– Aplicación JIT	49
4.7.1	Tiempos estimados	50
4.7.2	Preparativos	50
4.7.3	Datos económicos	51
4.7.4	Objetivos	52
4.8	Tercera simulación: Aplicación de 5s y método Kanban.....	53
4.8.1	Tiempos estimados	54
4.8.2	Preparativos	55
4.8.3	Datos económicos	58
4.8.4	Objetivos	58
4.9	Resultados esperados del juego	59
4.9.1	Solución primera simulación.....	59
4.9.2	Solución segunda simulación.....	61
4.9.3	Solución tercera simulación	62
4.10	Fichas de operación	64
5	JUEGO PROPUESTO. MANUAL DE USUARIO (ALUMNOS).....	69
5.1	Introducción.....	69
5.2	Descripción.....	69
5.3	Roles de los alumnos	69
5.4	Situación inicial- Primera simulación.....	70
5.4.1	Datos para la simulación	70
5.4.2	Objetivos	71
5.5	Segunda simulación– Aplicación JIT	71

5.5.1	Datos para la simulación:	72
5.5.2	Objetivos	72
5.6	Tercera simulación: Aplicación de 5s y método Kanban	73
5.6.1	Datos para la simulación	75
5.6.2	Objetivos	76
6	ESTUDIO ECONÓMICO	77
6.1	Etapas del TFM	77
6.1.1	Toma de decisión de elaborar un juego didáctico como TFM.....	77
6.1.2	Recopilación de información y toma de ideas	77
6.1.3	Diseño y creación del juego	77
6.1.4	Redacción de la documentación necesaria	78
6.2	Cálculo de los costes procedentes de las horas efectivas anuales y tasas horarias de personal.....	78
6.3	Amortización de equipos informáticos.....	80
6.4	Consumibles	80
6.5	Costes indirectos.....	80
6.6	Horas dedicadas en cada etapa	81
6.7	Costes derivados de cada etapa del proyecto.....	81
7	CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS	85
7.1	Conclusiones generales sobre la aplicación de las herramientas Lean.....	85
7.2	Conclusiones sobre el desarrollo del juego	85
7.3	Futuros desarrollos	86
8	BIBLIOGRAFIA	88

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Sistema Lean. Fuente: kailean.es	6
Ilustración 2 : Casa del sistema de Producción Toyota.....	8
Ilustración 3- Ciclo PDCA. Fuente [https://blog.pro-optim.com/]	17
Ilustración 4. Ejemplo tablero Kanban 1	22
Ilustración 5. Ejemplo tablero Kanban 2.....	22
Ilustración 6. Ejemplo tarjetas Kanban	23
Ilustración 7.Esquina de las 5S.....	24
Ilustración 8. Pirámide de aprendizaje de Edgar Dale	28
Ilustración 9. Juguetes didácticos para bebés.....	30
Ilustración 10. Juego "Risk"	34
Ilustración 11. Juego "Operación".....	34
Ilustración 12. Juego "Tangram".....	35
Ilustración 13. Juego "Scrabble"	35
Ilustración 14. i-Cuadernos	36
Ilustración 15. Plataforma "Ta-tum"	36
Ilustración 16. Videojuego "Minecraft"	37
Ilustración 17. Videojuego "CodeCombat".....	38
Ilustración 18. Tarta	41
Ilustración 19. Cajas de cartón para las tartas	41
Ilustración 20. Cronómetro	42
Ilustración 21. Cajas registradoras	42
Ilustración 22. Billetes.....	43
Ilustración 23.Libretas y bolígrafos	43
Ilustración 24. Pizarra Kanban	43
Ilustración 25.Molde de tarta	43
Ilustración 26.Bol	44
Ilustración 27.Espátula	44
Ilustración 28.Plastilina marrón	44
Ilustración 29.Masilla.....	45
Ilustración 30.Virutas de decoración.....	45
Ilustración 31. Utensilios de limpieza	45
Ilustración 32.Croquis de la distribución de la pastelería. Simulación 1	47
Ilustración 33.Detalle de uno de los puestos	47

Ilustración 34. Croquis de la distribución de la pastelería. Simulación 2	51
Ilustración 35. Detalle de uno de los puestos	51
Ilustración 36. Tablero KANBAN	56
Ilustración 37. Croquis de distribución. Simulación 3	57
Ilustración 38. Croquis con los flujos. Simulación 3	57
Ilustración 39. Ficha de operación para la simulación 2	65
Ilustración 40. Ficha de operación para la simulación 3	67
Ilustración 41. Tablero KANBAN	74
Ilustración 42. Croquis con los flujos. Simulación 3	75
Ilustración 43. Gantt del proyecto	78
Ilustración 44. Distribución de los costes por etapas	83
Ilustración 45. Distribución de los costes por tipo	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los juegos didácticos Fuente: Yvern,A [1998]	33
Tabla 2. Tiempos en la primera simulación	46
Tabla 3. Demanda en la primera simulación.....	46
Tabla 4. Precios y costes de la primera simulación.....	48
Tabla 5.Tabla de tiempos simulación 1	48
Tabla 6. Tabla de preguntas simulación 1	49
Tabla 7. Tiempos segunda simulación	50
Tabla 8. Demanda en la segunda simulación	50
Tabla 9. Precios y costes en la segunda simulación	52
Tabla 10. Tabla tiempos simulación 2	52
Tabla 11.Tabla de preguntas simulación 2.....	53
Tabla 12. Tiempos simulación 3	55
Tabla 13. Precios y costes en la tercera simulación	58
Tabla 14. Tabla de tiempos simulación 3.....	58
Tabla 15. Tabla de preguntas simulación 3.....	59
Tabla 16. Tiempo simulación 1 - resultado.....	60
Tabla 17. Beneficios simulación 1	60
Tabla 18. Tiempo simulación 2 - resultado.....	61
Tabla 19. Beneficios simulación 2	62
Tabla 20.Tiempo simulación 3 - resultado.....	63
Tabla 21. Beneficios simulación 3	63
Tabla 22. Ficha de descripción de los pasos para la simulación 2	66
Tabla 23. Ficha de descripción de los pasos para la simulación 3	68
Tabla 24. Demanda en la primera simulación.....	70
Tabla 25. Precios y costes de la primera simulación.....	71
Tabla 26.Tabla de tiempos simulación 1.....	71
Tabla 27. Demanda en la segunda simulación	72
Tabla 28. Precios y costes en la segunda simulación.....	72
Tabla 29.Tabla de tiempos simulación 2.....	73
Tabla 30. Precios y costes en la tercera simulación	76
Tabla 31.Tabla de tiempos simulación 3.....	76
Tabla 32. Días y horas efectivas por año	79
Tabla 33. Costes de personal.....	79
Tabla 34.Amortización correspondiente a equipos informáticos.....	80



Tabla 35. Costes derivados de productos consumibles	80
Tabla 36. Costes Indirectos	81
Tabla 37. Horas de trabajo empleadas por etapa del proyecto.....	81
Tabla 38. Desglose de costes.....	82
Tabla 39. Coste asociado a cada fase (I)	82
Tabla 40. Coste asociado a cada fase (II).....	82
Tabla 41. Unidades vendidas y beneficios por ronda.....	85





1 Introducción

1.1 Motivación

A lo largo de mi carrera “Grado en Ingeniería en Organización Industrial” en diferentes materias hemos ido tocando diversas herramientas de Lean Manufacturing, sin entrar nunca en mucha profundidad ni ver de una manera práctica los resultados. Sin embargo, en el máster tuvimos 3 sesiones de simulación de Lean, en la que se veían los resultados de aplicar algunas de dichas herramientas estudiadas en la carrera. Me di cuenta de que, en esas 3 sesiones, de las cuales un 90% fue práctica y un 10 % teoría (aproximadamente) aprendí muchísimo más sobre el Lean que a lo largo de la carrera, sin apenas apuntes (más allá de alguna fórmula y alguna definición) que en otras asignaturas cuatrimestrales sobre Lean que había cursado anteriormente.

Fue entonces cuando me di cuenta de la gran diferencia entre las clases teóricas de las cuales se sale con folios y folios de apuntes (y más bien pocos conocimientos adquiridos) y la facilidad con la que se aprende haciéndolo de una forma práctica, dinámica y divertida.

Fue entonces cuando buscando tema para el trabajo final de máster, el que hoy es mi tutor, me ofreció la realización de un juego cuyo fin último fuera explicar herramientas de Lean y no me lo pensé.

El objetivo de este trabajo de fin de master (al que se hará referencia como TFM) es la realización de un nuevo juego didáctico cuyo fin último es que se pueda utilizar para la enseñanza en un futuro.

Una vez decidido hacer un juego didáctico, lo difícil era decidir qué se quería enseñar con él y cómo se iba a hacer. Al principio realicé una búsqueda exhaustiva en internet para ver qué tipos de juegos existían ya y tomar alguna idea para poder crear algo nuevo. Finalmente, partiendo de un juego similar de la simulación de la fabricación de una pizzería, se me ocurrió la simulación de una pastelería.

Inicialmente partía de la premisa de tener varios tipos diferentes de tartas, pero esto lo hacía un juego demasiado complejo y al final llegue a la conclusión de que si el juego es demasiado complejo se desvía el objetivo principal que es poder aprender de una forma sencilla. Como se verá a lo largo del trabajo, gracias a la sencillez se puede ver el efecto inmediato de aplicar las técnicas de Lean de JIT, las 5s y el tablero Kanban y con ello se espera que los alumnos puedan aprender estas 3 técnicas simplemente participando en el juego.

Además, el desarrollo del mismo se espera que no solo sea de gran utilidad para los futuros jugadores de este juego, sino que su desarrollo me ha permitido fijar y mejorar los conocimientos relativos a este campo obtenidos tanto a lo largo de mi carrera como en el máster.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este TFM es la creación de un juego con carácter didáctico. Se va a crear un juego para explicar algunas herramientas del sistema Lean Manufacturing y como aplicando diferentes practicas se puede ahorrar enormes cantidades de tiempo y dinero y mejorar en calidad, aumentando beneficios.

Así mismo, en este trabajo cobra relevancia los juegos didácticos como modalidad de enseñanza cada vez más utilizada en la actualidad.

A lo largo de los diferentes capítulos se irá viendo en profundidad los conceptos tanto de Lean Manufacturing como los juegos didácticos dando como resultado un juego en el que se pretende enseñar diferentes herramientas de Lean Manufacturing.

1.3 Alcance

Este proyecto nace de la idea enseñar aplicando el método de “Gamificación”, cada vez más utilizado en el día a día de la enseñanza, tanto en niños como en adultos.

El alcance de este proyecto es explicar 3 de las herramientas Lean Manufacturing más usadas, aplicadas hoy en día, especialmente en entornos industriales, de una forma más visual y menos tediosa, facilitando así el aprendizaje. En este caso concreto, se van a explicar el Just in Time, el tablero Kanban y las 5s.

Para ello primero se va a hacer una introducción al Lean Manufacturing y a algunas de sus herramientas más utilizadas hoy en día, una vez se tiene la percepción de que es el Lean, se pretende unir esta idea con la de Gamificación, para que en el momento que se conozcan ambos conceptos presentar el juego desarrollado.

El proyecto desarrollado a lo largo de este trabajo consiste en un juego en el que se van aplicando diversas herramientas Lean de las previamente explicadas para ir viendo las mejoras y beneficios que se obtienen de la aplicación de dichas herramientas.

Este juego además queda abierto para posibles ampliaciones para explicar otras herramientas añadiendo nuevas simulaciones.

1.4 Estructura/ Organización del documento

En este apartado se describe la estructura de este documento con el fin de facilitar al lector la comprensión del mismo.

Al ser un proyecto basado en el desarrollo de un juego didáctico para el aprendizaje de varias herramientas Lean, se ha decidido estructurar el trabajo de la siguiente manera:

En el primer capítulo, llamado INTRODUCCION se explica la motivación del autor a realizar este trabajo, así como los objetivos del mismo y una breve explicación de cómo se estructura el documento.

En el segundo capítulo llamado LEAN MANUFACTURING se encuentran diversos apartados donde se describe el Lean Manufacturing desde su origen, evolución, estructura y principios básicos. Además, se explicarán también algunas de las diferentes herramientas existentes y utilizadas más adelante en el juego desarrollado.

En el capítulo tercero, GAMIFICACIÓN, se divide en dos grandes secciones, en las cuales se explica tanto el concepto de juego didáctico como el concepto de gamificación y se verá como son dos conceptos que van de la mano y que son de suma importancia para entender la finalidad de este TFM.

En el cuarto capítulo se desarrolla el manual del juego propuesto versión profesor, en este capítulo se encuentra una minuciosa explicación de cada una de las etapas, con más detalles que en el del alumno con explicaciones ampliadas de los detalles de los materiales necesarios, de cómo se debe disponer del espacio en cada una de las simulaciones y como puede guiar a los alumnos entre una simulación y la siguiente. Además, se exponen los resultados esperados en cada etapa del juego, haciendo un análisis para ir viendo cómo evoluciona la fabricación según qué herramienta se aplica, y las mejoras conseguidas gracias al uso de dichas herramientas.

En el capítulo quinto nos encontramos el manual del juego que se deberá entregar a los alumnos, en los que se encuentra la explicación del juego detallado por simulaciones, así como varias preguntas que deben resolver los alumnos y que además sirven de guía para llegar a la siguiente simulación.

En el siguiente capítulo se recogen las conclusiones y futuros desarrollos posibles para un futuro poder alargar el juego aplicando otras herramientas y seguir mejorando la producción.

En el capítulo séptimo se realiza un estudio económico de lo que cuesta la realización de este TFM, teniendo en cuenta el tiempo de realización, el personal y los materiales necesarios para ello.

Por último, en el capítulo octavo se recoge la bibliografía utilizada para el desarrollo de este TFM.



2 LEAN MANUFACTURING

En este capítulo se tratará de dar una visión global sobre qué es el concepto de Lean Manufacturing, cómo y cuándo nace, en que se basa y que se busca a través de este concepto. Así mismo se describirán las principales técnicas existentes en la actualidad, para en capítulos posteriores unificar los conceptos aquí descritos con el concepto de “gaming”, focalizándolo en algunos ejemplos propuestos como finalidad de este TFM. (Hernández, J.C y Vizán, A [2013])

2.1 Descripción

(Hernández, J.C y Vizán, A [2013] ,Rodríguez Lago, G [2016], Sistemas OEE [2016])

El **Lean Manufacturing**, o también llamado **Lean Production**, es una disciplina de organización del trabajo que tiene como objetivo la optimización de la cadena de producción, la mejora continua centrándose en la eliminación de despilfarros y aquellas tareas o acciones que no aportan valor al proceso o producto final.

Su meta o finalidad es disminuir al máximo las pérdidas que se van ocasionando en las diferentes etapas de la fabricación, buscando utilizar solo aquellos recursos, procesos o pasos considerados imprescindibles, eliminando a su vez el despilfarro y mejorando la calidad, reduciendo costes y tiempos de fabricación.

El concepto de Lean Manufacturing surge ante el gran avance ocurrido en el mundo productivo en los últimos 60-70 años, surgiendo la necesidad de que las empresas cambiasen el enfoque de sus procesos de fabricación debido a la necesidad de poder competir en un mundo cada vez más creciente y competitivo debido a la cada vez más creciente globalización.

La filosofía de Lean Manufacturing es una manera de trabajar que defiende la forma de mejora y optimización de un sistema productivo mediante la identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios (material, personal, tiempo...) gracias a la implementación de las diversas técnicas conocidas hoy en día como técnicas de Lean Manufacturing.

La finalidad de este pensamiento o filosofía es tratar de crear una nueva cultura de mejora que se basa en la comunicación y en el trabajo en equipo, para de esta manera tratar de hacer las cosas de una forma más ágil, flexible y económica.

En la actualidad, dos de los objetivos indiscutibles de cualquier empresa son la eficiencia y la competitividad. Gracias a la filosofía Lean Manufacturing se puede gestionar mucho mejor los retos del día a día relacionados con costes calidad y nivel de entrega,

Lean, además, persigue el liderazgo, el trabajo en equipo y la resolución de problemas de la mejor forma posible. Una filosofía que lleva hacia la mejora continua a toda la organización focalizándose principalmente en las necesidades de los clientes y potenciando aptitudes de los trabajadores y la mejora de los procesos.

El Lean se puede entender como un conjunto de herramientas, cada una de ellas pensada para mejorar un aspecto específico.

El fin último de la metodología Lean es generar la cultura de la mejora basándose en la buena comunicación, en la colaboración del trabajo en equipo, buscando la modificación de la manera de hacer las cosas intentando facilitar y agilizar los diferentes procesos, enfocándose además hacia las buenas prácticas económicas.

La cultura de Lean Manufacturing no tiene un inicio y un fin, debe ser un cambio de mentalidad siempre con la predisposición a seguir mejorando y creciendo, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas.

El concepto de Lean se podría entender como un sistema de mejora que recoge 3 aspectos básicos que debe contener cualquier sistema, ya que, como refleja la ilustración 1, si falla una de las “tres patas” el sistema no se sustenta:



Ilustración 1 Sistema Lean. Fuente: kailean.es

Los PRINCIPIOS son las ideas, la lógica, la doctrina en la que está basado esta filosofía de trabajo.

La METOLOGÍA de trabajo es el procedimiento, la manera que se ha de seguir para poner en práctica los principios anteriormente mencionados.

Las HERRAMIENTAS asociadas, son los útiles mediante los cuales se podrán conseguir los objetivos finales que busca este sistema de mejora y optimización. En la actualidad existen múltiples herramientas, a lo largo de este documento, en próximas secciones, se tratarán algunas de ellas.

2.2 Origen

(Llorente, J.I.[2012]) El origen de esta metodología reside en Japón, más concretamente en la corporación “TOYOTA MOTOR COMPANY” siendo su principal creador Taiichi Ohno, director y consultor de la corporación.

El inicio de lo que ha terminado siendo el Lean Manufacturing y el Toyota Production System lo encontramos en los exitosos telares inventados por Sakichi Toyoda, quien incorporó a su maquinaria un dispositivo, conocido como Jidoka que detectaba problemas y/o errores en la confección, y en ese momento se alertaba con algún sistema de alarma (normalmente visual) a los operarios de que había alguna incidencia.

Este sistema lo que hacía era parar la máquina en el momento que se encontraba con que algo no estaba funcionando según lo establecido y con ello se evitaba sacar producciones defectuosas para minimizar los desperdicios de tiempo y dinero.

Los telares de Toyoda Automatic Loom se vendieron por miles y el dinero obtenido por sus ventas fue el que generó el capital necesario para que Sakichii y Kiichiro crearan la empresa de automoción que hoy conocemos como Toyota. (Aunque no es muy conocido, Toyota sigue hoy presente en el negocio textil, en la fabricación de telares automáticos y máquinas de coser eléctricas).

La búsqueda de la producción sin desperdicios que tanto anhelaban los fundadores de Toyota encuentra su inicio en las máquinas de Sakichii, además toda esta filosofía de trabajo se vio impulsada porque tras la segunda guerra mundial, Japón tuvo que aprender a hacer más en menos tiempo y aumentar la eficiencia y productividad.

Por todo lo anteriormente mencionado y el afán de su padre por evitar producciones defectuosas, Kiichiro Toyoda sumó sus estudios de ingeniería y sus visitas a los principales centros de fabricación de automóviles de Estados Unidos y Europa, para dar lugar a la peculiar y eficiente manera de producir de Toyota cuyos principios conforman lo que hoy conocemos como Lean Manufacturing.

2.3 Evolución

(Rodríguez Lago, G [2016], Schonberger RJ. [1999]) Desde los inicios de Toyota en 1933 hasta hoy, Toyota ha pasado por diferentes fases, pero siempre en las mismas líneas de buscar la producción sin despilfarros.

Fue sobre el año 1973 cuando se hizo notable su diferencia de trabajar en comparación con otras empresas, ya que estas otras empresas industriales japonesas tenían pérdidas mientras que Toyota conseguía no solo mantenerse si no que también continuaba creciendo.

Es por todo esto que el gobierno de Japón promovió que esta metodología utilizada en Toyota se expandiera a otras empresas para así dar una gran ventaja competitiva a la industria de Japón frente a otros países, a finales del siglo XX.

No fue hasta los años 90 cuando el modelo japonés de Toyota comenzó a llegar a occidente gracias al libro de Wornak, Jones y Roos titulado, ‘The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota’s Secret Weapon in the Global Car War that is now Revolutionizing World Industry’.

En este libro, se explica los diferentes principios, herramientas y metodología de esta nueva filosofía de producción que compagina flexibilidad, calidad y eficiencia, incluyendo por primera vez la idea de Lean Manufacturing

Actualmente, el concepto de Lean Manufacturing Systems de Toyota se utiliza tanto en su totalidad como en diferentes variantes que han ido surgiendo a lo largo de los años, en todo tipo de empresas.

Cabe destacar que la Metodología Lean ha ido evolucionando a nuevas aplicaciones más específicas como el Lean Health, el Lean Construction y el Lean Office, siendo el punto en común entre estas ideologías, la actuación conjunta de directivos, mandos intermedios y

operarios, buscando optimizar el trabajo sin perder la calidad del mismo (Puesto que estas no son objetivo de este trabajo, no entraremos en detalle)

2.4 Estructura del sistema Lean Manufacturing

(Hernández, J.C y Vizán, A [2013]) Continuando con lo ya mencionado en anteriores apartados, Lean es una técnica con diferentes dimensiones que hace especial hincapié en la utilización de metodologías para la eliminación de desperdicios. Como es lógico pensar, la utilización de un sistema de Lean en una empresa supone un cambio de filosofía y cultura.

Es complicado hacer un esquema simple ya que estos métodos y técnicas no siempre son iguales.

Para visualizar la filosofía que encierra el Lean de forma habitual se recurre a la conocida “Casa del Sistema de Producción Toyota”. Se utiliza esta representación ya que es una estructura en la que, si alguna parte falla o se debilita, ejerce consecuencias negativas sobre el resto de las variables, por esto es muy importante que tanto la base o cimientos como los pilares o columnas sean fuertes y robustos.

En la ilustración 2 se muestra la citada casa:

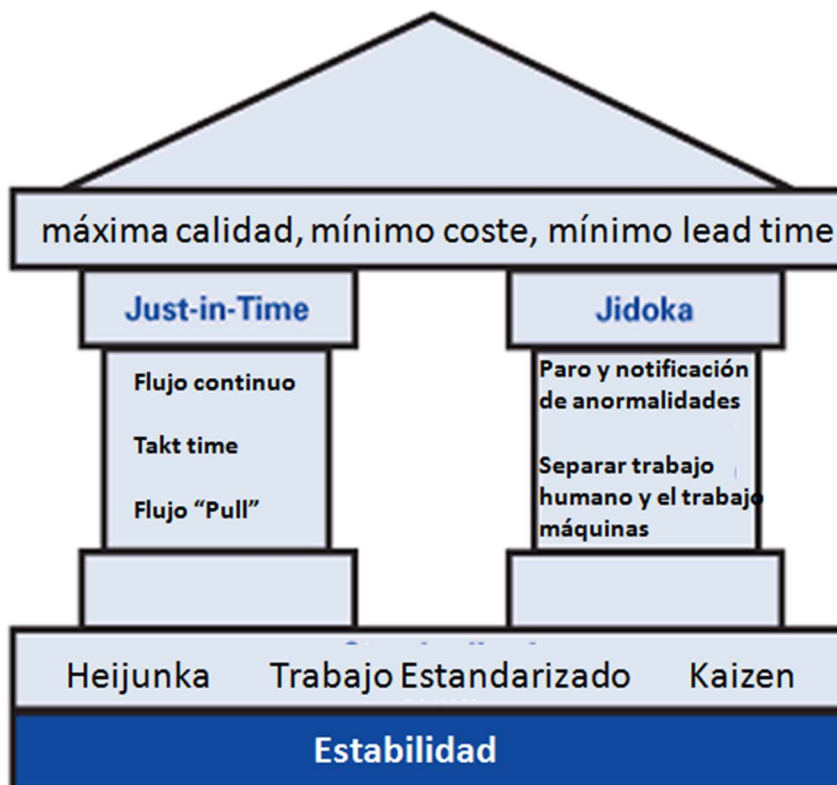


Ilustración 2 : Casa del sistema de Producción Toyota.

En los siguientes sub-apartados detallaremos en qué consisten los diferentes niveles de la casa del sistema de producción de Toyota

2.4.1 Primer nivel

En el primer nivel Tejado se describen los objetivos a los que se pretenda llegar mediante las técnicas Lean. Estos objetivos transmiten el resultado de la estabilidad y la robustez del resto de la casa.

Estos objetivos buscan entre otras cosas, la mejor calidad, la excelencia operacional a través de menor tiempo de entrega, costes más bajos, mínimos desperfectos y desperdicios, aumento de la calidad, ausencia de errores, motivación de los empleados... etcétera.

Para llegar a estos objetivos del primer nivel es necesario que las herramientas implantadas no solo se utilicen en el lugar de fabricación, sino también a nivel de la organización, no son solo herramientas, es una filosofía de trabajo y es por ello que aquellas empresas que no consiguen asentar las bases (entender e implantar la filosofía)

2.4.2 Segundo nivel

En el segundo nivel nos encontramos los pilares en los que se mantienen los objetivos, el Jidoka y el Just in Time.

2.4.2.1 Jidoka

Este concepto tiene sus orígenes a principios de los 90 cuando Sakichi Toyoda, fundador del grupo Toyota, inventó un telar textil que paraba automáticamente al detectar que algún hilo se había roto.

En el concepto o ideología de Jidoka, también llamado control automático de defectos, consiste en que la propia persona que está trabajando es quien puede y debe encontrar los fallos lo antes posible para así poner una solución y que no se arrastre a las siguientes fases de la cadena productiva evitando grandes pérdidas de tiempo y de dinero.

Jidoka destaca la importancia de encontrar el origen de los problemas y persiste en la idea de parar líneas de producción justo en el momento en que un problema se encuentra por primera vez. Esto conduce a mejoras en los procesos, generando calidad eliminando las causas raíz de los defectos.

Todo esto lleva a aumentar la calidad debido a que se eliminan desde la raíz los defectos y esto conduce a grandes mejoras en los procesos de fabricación.

En el método Jidoka se utilizan dos formas de detección:

- Máquinas automatizadas: Son aquellas máquinas que utilizan dispositivos que de forma automática detectan las unidades defectuosas.
- Capacidad del operador de encontrar defectos y parar la máquina: En este caso es el propio operario quien detecta los fallos o errores en la producción y quien para la máquina de una forma manual.

En ambos casos, al detenerse la producción debe alertarse mediante una señal visual (un sistema de luces, por ejemplo) para que todas las personas que están en el proceso puedan ver de un vistazo que hay algún problema o fallo y que el sistema ha parado.

La metodología Jidoka puede dividirse en las siguientes etapas:

- Localización de la anomalía: Es justo el momento en el que el operario o el mecanismo automático detectan el fallo.

- Detención de la operación: Es el momento en el que se detiene la operación donde se encuentra el fallo con el fin de que no se reproduzca en más unidades.
- Emisión de la alerta: Después de haber detenido la operación, se avisa al resto de trabajadores implicados mediante un sistema de alerta visual o sonoro.
- Acciones sintomáticas, soluciones rápidas: Se busca encontrar la solución que palie los efectos observados y que den continuidad a la operación lo antes posible al mínimo coste sin recortar la calidad.
- Evento Kaizen: Detectar y corregir la causa del error de raíz.

2.4.2.2 *Just-in-Time (JIT)*

(Bounine J, Suzaki K. [1989]) Esta metodología, al igual que la anterior, tiene su origen en Japón, fue creado para Toyota, aunque rápidamente fue extendiéndose en todo Japón. Se basa en tener solo los elementos que se necesitan, en la cantidad necesaria y sólo en el momento en el que se necesitan.

Mediante el Just-in-Time se propone la fabricación del artículo necesario, en el momento adecuado y en las cantidades exactas, evitando el almacenamiento y el desperdicio producido por el transporte entre máquinas, las preparaciones...

Al trabajar con una metodología de JIT, el nivel de suministros es mínimo y por ello es muy importante tener una muy buena organización para evitar fallos, parones en la cadena y retrasos en las entregas. Cada vez que se produce un fallo se traduce en un impacto negativo a nivel de costes y se va reduciendo las ventajas de utilizar este sistema.

El objetivo principal del JIT es eliminar todos los desperdicios que se van encontrando a lo largo de la cadena productiva, es decir, trata de suprimir las actividades innecesarias.

Estas actividades innecesarias se pueden clasificar como los 7 desperdicios de Lean, descritos a continuación (e-manuales.com y Salazar López, B [2019]):

- Transporte: De los productos o de los materiales. Cualquier movimiento que no agregue valor directamente al producto final es un desperdicio ya que hace invertir esfuerzo y tiempo, pero no hace aumentar el valor del producto. Cuantos menos transportes se realicen más eficiente será el proceso.
- Inventario: Tener un inventario tanto de materiales, de productos finales, de piezas obsoletas o de repuesto, implica costes de almacenaje, de gestión etc. El Just in time se focaliza entre otras cosas en la reducción del inventario al garantizar que se tienen los materiales suficientes para estar produciendo según la demanda del mercado.
- Movimiento: Este término hace referencia a los movimientos o desplazamientos que debe realizar el personal para realizar su trabajo. Al igual que en el caso del transporte, estos movimientos no implican agregar valor al producto, por tanto, es un desperdicio y hay que minimizarlo.
- Esperas: Es el tiempo que uno o varios procesos están detenidos debido por ejemplo a un cuello de botella en una operación. También puede ser un tiempo en el que hay que esperar para que una máquina o una persona se queden disponibles para poder seguir avanzando.

- Superproducción: Esto ocurre cuando se produce más de lo necesario o antes de que sea necesario. Realizar producción antes de que sea demandado implica gastos de almacenaje y otros costes y problemas adicionales, además conlleva el riesgo de que haya excedente y finalmente no se venda todo lo producido, lo cual implica costes.
- Exceso de proceso: Este término hace referencia a cuando se dedican más recursos de los necesarios para obtener un resultado. Hay que saber ver que procesos aportan valor al producto y que los clientes están dispuestos a pagar por ello.
- Errores: Todo desperfecto, ya sea por la definición incorrecta del proceso productivo o por fallos en la ejecución, debe eliminarse.

Algunas de las características con las que se podría describir el sistema Just-in-Time son las siguientes:

- Fabricación celular: Se simplifican los flujos de la materia. Se distribuye la maquinaria de una manera más óptima, evitando desplazamientos.
- Trabajadores polivalentes: Todos los trabajadores deben saber usar todas las máquinas, pudiendo atender cualquier máquina y evitando los cuellos de botella.
- Producción de tipo “Pull”: La producción funciona bajo demanda de los clientes.
- Eliminación de los desperdicios: Como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos del JIT es “cero desperdicios”, minimizando costes sin perder la garantía de la calidad.
- Buscar simplicidad: Trabajar con bloques lo más sencillos y pequeños posibles para facilitar la detección de fallos y minimizar los costos de arreglos / cambios.

Algunas de las ventajas más notables de JIT son las siguientes:

- Reducción de los inventarios a lo largo de la cadena productiva y con ello la reducción de los costes asociados a estos.
- Se reducen las pérdidas que provienen de los suministros que quedan obsoletos.
- Al hacer la fabricación bajo demanda, los pedidos a los proveedores también se hacen bajo demanda, lo cual facilita una relación más continua y en consecuencia beneficiosa (descuentos de fidelidad etc.)
- El sistema es flexible lo cual permite adaptarse a los cambios de una manera más rápida sin ocasionar tantas pérdidas que en un sistema de producción continuo.

En contraposición, el JIT también presenta algunas desventajas:

- Al hacer los pedidos a los proveedores bajo demanda, existe un riesgo de retrasos en las entregas finales al cliente si algo se retrasa en los proveedores ya que no hay un stock de seguridad.
- Al hacer los pedidos exactos, si hay algún error, también puede ocasionar retrasos.

El proceso JIT que inició su vida en los distintos pasos del proceso productivo, aunque suponía un gran cambio, se extendió a los productos finales, limitando los inventarios de productos finales e intermediarios.

Al implantar esta metodología, se reduce la necesidad de almacenamiento, aunque en contraposición, surge la necesidad de tener una organización súper precisa.

Un buen ejemplo es el caso Toyota: recibe los materiales y monta los coches para sacarlos de la línea de producción en un solo día. Así, reduce los costes de gestión, los de revisión de inventarios y las posibles pérdidas que se puedan producir en los almacenes.

2.4.3 Tercer nivel

Y, por último, en el tercer nivel, constituido por la base de la casa, encontramos:

- Los procesos estandarizados y estables que consisten en que todas y cada una de las operaciones dentro del proceso de fabricación se lleven a cabo siguiendo una serie de reglas o normas que buscan la manera óptima, sencilla y segura de llevarlas a cabo. Estos conjuntos de normas es lo que actualmente se conoce como “estándar de producción” o “trabajo estandarizado”.
- La mejora continua o “método Kaizen”: Este método es una forma de gestión que sitúa en la búsqueda de la mejora continua de procesos mediante la eliminación o supresión de las ineficiencias que se encuentran en un proceso de fabricación.
- “Método Heijunka”: Es un método enfocado en la planificación e igualación de los niveles de demanda de los diferentes clientes, tanto en aspectos de cantidad como de variedad para un periodo de tiempo dado, con el objetivo de reducir el número de desperdicios dentro de los procesos productivos. El fin último es minimizar o eliminar las desviaciones debidas a la variación del nivel de la demanda.

Es importante destacar que la utilización de este esquema puede y debe ser flexible en una primera aproximación al método Lean. Cada empresa, según sus características, experiencias, el tipo de mercado, los objetivos deben confeccionar un plan de implantación con ciertos objetivos y con ellos buscar las técnicas Lean más adecuadas a dichos objetivos.

A continuación, se listan y explican brevemente algunas de las técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos (Rodríguez, J [2013]):

- Las 5s: Es una técnica de gestión, basada en cinco principios simples (Clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina)
- Control total de calidad: Busca prevenir los errores desde el origen evitando así los productos de mala calidad.
- Círculo de control de calidad: Es una práctica en la que se reúnen de forma voluntaria varios trabajadores de un área para, en conjunto, buscar soluciones o mejoras.
- Sistemas de sugerencias: Los propios trabajadores proponen ideas de mejoras.
- SMED (Single-Minute Exchange of Die): Busca reducir de forma metodológica los tiempos preparación de las máquinas.
- Mantenimiento productivo total: Mediante este método se busca eliminar los fallos en las máquinas, ya que cualquier avería origina gastos y retrasos.
- Kanban: Se trata de una metodología basada en un tablero en el que se visualizan rápidamente las tareas pendientes de hacer, las que están en proceso y las que ya están acabadas.
- Just-in-Time (JIT): Realización de los pedidos bajo demanda, evitando almacenamientos.
- Cero Defectos: Reducir los defectos desde la raíz, evitando fabricar con defectos.
- Kaizen (Detección, prevención y eliminación de desperdicios): Busca eliminar la causa de generar desperdicios.

- Control estadístico de procesos: Busca poder predecir el comportamiento de un proceso en el futuro.
- Seis Sigma (Seis desviaciones estándar de la media): método que ajusta las operaciones con la tolerancia mínima dentro de lo posible, reduciendo así desperdicios y desperfectos.
- AMFE (Análisis modela de fallos y efectos): Metodología que busca de una forma estructurada, predecir los errores o fallos que pueden aparecer en un producto desde su fase de diseño.

Posteriormente se explicarán algunas de ellas en detalle.

2.5 Principios del sistema Lean

(Hernández, J.C y Vizán, A [2013]) Para complementar la casa Toyota, conviene conocer algunos de los principios más importantes sobre los que se basa la filosofía de Lean Manufacturing. En este apartado se van a detallar dichos principios.

- Cero Defectos: “Hacerlo bien a la primera” esto se debe conseguir detectando los problemas y buscando una solución a estos en el origen de los mismos.
- Minimización de los despilfarros: Con este principio se busca disminuir al máximo posible aquellas actividades o fases de la producción que no aporten valor al proceso o al producto final.
- Mejora continua: Sin perder la premisa de garantizar la calidad del producto o servicio, se quiere tratar de aumentar continuamente la productividad y reducir los costes.
- Procesos “Pull”: Se fabrica según la demanda del cliente, es decir, es el cliente el que “tira” de la producción, evitando así generación de stocks innecesarios.
- Flexibilidad: tener la capacidad de poder fabricar variedad de códigos de productos diferentes y en cantidades diferentes (a petición)
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores con el objetivo de llegar a acuerdos con estos para compartir el riesgo, los costes y la información.

En resumen, lo que se busca con el Lean es obtener las cosas correctas en el momento adecuado y en el lugar indicado, minimizando el número máximo de desperdicios posibles siendo al mismo tiempo flexibles y en una continua mejora.

Este pensamiento va evolucionando y creciendo constantemente según se va adquiriendo conocimiento de implementación y adaptación de las diferentes técnicas según qué servicio o entorno industrial o de mercado.

En los siguientes apartados se tratará de una manera más concisa y detallada el significado y la implicación de estos conceptos mencionados para posteriormente explicar en profundidad otros principios estrechamente ligados a estos.

2.5.1 Cero Defectos (Jidoka)

El término Jidoka es de origen japonés. Esta ideología hace referencia a la idea de impedir que las piezas defectuosas no avancen en el proceso productivo, todo lo contrario a los sistemas

tradicionales que idealmente buscaban la calidad de las piezas una vez que estas ya habían sido terminadas.

Jidoka mejora la calidad de sus productos finales ya que serán “Cero defectos”, las piezas defectuosas no pasan a la siguiente etapa del proceso productivo una vez son detectadas. Este concepto trata de minimizar la producción de defectos sobre producción, pero también se enfoca en comprender las causas de los problemas para luego tomar medidas preventivas para reducirlos.

Pasos que describen la metodología Jidoka:

1. Detectar la anomalía o defecto: Puede ser tanto en procesos de máquinas como en procesos realizados por seres humanos. En el primero de los casos, las máquinas cuentan con mecanismos que pueden detectar dichos defectos y parar automáticamente la producción, mientras que, en el caso de las personas, son las propias personas las que pueden parar el proceso en el momento adecuado al detectar fallos o defectos.
2. Parar: Para no parar toda la producción entera al detectar un defecto, las líneas de producción se pueden dividir en secciones y estas a su vez en estaciones de trabajo, para que, al detectar un problema en una estación de trabajo, la línea siga produciendo, teniendo un tiempo de ciclo para resolver el problema hasta que la sección de la línea se para.
3. Corregir: Según qué tipo de fallo sea, existen diferentes opciones: Poner a funcionar un proceso excepcional, poner una unidad en estación de re-trabajo o esperar a que la herramienta rota se pueda arreglar.
4. Investigar la causa: Encontrar la raíz del problema para poder instalar una solución permanente para que este problema no se vuelva a repetir.

2.5.2 Minimización de despilfarros

Lo primero que hay que entender de este concepto es el concepto de despilfarro.

Se define **despilfarro** o desperdicio como todo aquello que no añade valor al producto o que no es esencialmente fundamental para fabricarlo. No obstante, cabe destacar que en los procesos de fabricación hay ciertas actividades o fases que, aunque no aporten valor al producto como tal, no pueden ser suprimidas.

Hay muchos tipos de despilfarro, a continuación, hablaremos de algunos de los más importantes:

- **Sobreproducción**
Este tipo de despilfarro ocurre cada vez que la producción no se ajusta a la demanda del cliente. Este es el derroche más grave ya que conlleva a despilfarros adicionales, como por ejemplo transporte, mantenimiento, almacenamiento...
La principal causa de la sobreproducción es la incapacidad de las empresas de hacer una estimación precisa de la demanda prevista, obligando a estas a tener un colchón de seguridad.

- Tiempo de espera
Se podría definir el despilfarro por tiempo de espera como el tiempo de trabajo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o un proceso ineficiente.
Es el tiempo que se pierde mientras los operarios buscan información, esperan instrucciones u órdenes...esperas de averías o reparación de máquinas etc. Todos estos tiempos en los que no se produce o trabaja, implican pérdidas ya que originan retrasos y tiempos muertos.

- Transporte
Este tipo de despilfarro hace referencia a cualquier movimiento (Ya sean distancias cortas o largas) innecesario para acumular y/o mover tanto materias primas como productos terminados.
Tanto los transportes internos como los transportes externos que no estén optimizados generan un desperdicio tanto de dinero como de tiempo, de mano de obra, de combustible...
Las causas de este despilfarro son principalmente una mala organización y una deficiente gestión.

- Proceso
Aquellos procesos innecesarios que a veces son vistos de forma equivocada como imprescindibles por simple inercia. Esto ocurre cuando a un producto se le realizan operaciones excesivas o inadecuadas cuya acción no se nota o el cliente no necesita o no va a pagar. Este tipo de despilfarros con los más complejos de detectar, debido a que hasta la persona encargada de un proceso de “extra” no es consciente de ello. La mayoría de las veces, el origen de este concepto es debido al desconocimiento o ignorancia de las propias necesidades del cliente, ya que a veces es complicado de exteriorizar.

- Stock Innecesario
Es el conjunto de materias primas o productos finales que se almacenan, aunque no haya demanda para ellos, incrementando los costes de almacenaje.
Esto es realizado por las empresas con el fin de prevenir cualquier tipo de variación de la demanda. Todo inventario que esté por encima de las necesidades del cliente provoca un impacto negativo económicamente hablando y además emplea un espacio que podría ser empleado en otras actividades.
Uno de los mayores despilfarros del Lean es el almacenamiento masivo ya que conlleva una gran inversión a nivel monetario como de recursos tanto para la creación, el mantenimiento, el almacenamiento del dicho stock... además a mayores se puede encontrar el problema que para poder cumplir los requisitos del cliente se queden ocultos otros problemas mayores derivados en la organización o en el sistema productivo.

- **Movimiento del personal**
Son aquellos desplazamientos tanto del personal como de los equipos, que conllevan un desperdicio cuando dichos desplazamientos no aportan algún tipo de valor al producto final.
Son movimientos improductivos que el personal debe realizar en exceso debido a una falta de planificación. Todos estos movimientos ineficientes acarrearán una productividad más baja, así como cansancio y descontento del personal.

- **Defectos**
Son aquellos errores de servicio y los defectos o anomalías de producción que ocasionan grandes desperdicios. Esto conlleva costes de parada, reparación, reinicio del proceso productivo... etc.
Es muy importante buscar estos defectos para poder eliminarlos.
Las principales causas para la aparición de defectos son la baja calidad, un mantenimiento malo, falta de control en las operaciones etc.

- **Talento humano mal utilizado**
Se produce debido a una mala asignación de las tareas, sin tener en cuenta las competencias de cada trabajador que facilitarían el desarrollo de estas.

- **Desperdicios de energía**
Ya sea en forma de electricidad, combustible o en cualquiera de sus formas.
Como se ha mencionado anteriormente estos son algunos de los despilfarros más importantes, pero a día de hoy las organizaciones siguen añadiendo esta amplia lista.

2.5.3 Mejora continua

La Mejora continua se entiende por el conjunto de trabajo dirigido especialmente a obtener la mayor calidad posible en los productos procesos y servicios de una empresa.

El concepto de mejora continua es uno de los enclaves del Lean Manufacturing, tiene un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente las operaciones de los problemas, reduciendo los costes de oportunidad, la racionalización y otros factores centrándose en eliminar desperdicios y operaciones que no añaden valor al producto final o procesos utilizados.

El objetivo principal de la mejora continua es mejorar la competitividad de las empresas a través de una manera permanente y sostenible en el tiempo.

Tiene su origen en el ciclo de Deming o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), mostrado en la ilustración 3:



Ilustración 3- Ciclo PDCA. Fuente [<https://blog.pro-optim.com/>]

Esta disciplina detalla las cuatro fases o periodos principales que se consideran imprescindibles para conseguir una disminución de fallos, la solución de las diferentes problemáticas del día a día, aumentar la eficacia y eficiencia... lo conocido hoy en día como “Mejora continua” (Aldana, L.M, 2015)

Este ciclo, conocido como el círculo de Deming o PDCA, por sus siglas en inglés (Plan, Do, Check, Act) con la idea de que una vez se llega a la última fase se vuelve a la fase inicial volviendo a repetir todas las fases para que las diferentes actividades sean evaluadas asiduamente con el fin de poder ir incorporando nuevas mejoras frecuentemente.

La primera etapa es **Planificar**, es decir, realizar una identificación de aquellas actividades que pueden mejorarse sin perder de vista los objetivos que se desean alcanzar. En esta fase se desarrolla la planificación de acuerdo con la misión, la visión y los valores de la empresa, formando metas y objetivos y concretando la mejor manera para lograrlos.

Do (Hacer): Realizar y ejecutar los cambios necesarios para efectuar las tareas previstas buscando las mejoras requeridas.

Check (Verificar): Comprobar los resultados. Medir y comparar con las previsiones. Este es el punto clave de la mejora continua. La fase de verificación es aquella en la que la empresa o persona que realiza esta etapa, se da cuenta de la dificultad (o simplicidad) de una tarea dada, también es la fase donde se aprende a controlar mejor los pronósticos.

Es decir, donde se identifican las posibles fisuras en el proyecto, los objetivos alcanzados y los resultados conseguidos.

Act(Actuar): En esta última etapa del ciclo se corrige, se actúa, se toman decisiones. Además, se identifican las causas derivadas entre los resultados obtenidos y los objetivos esperados, y se definen los nuevos puntos de intervención.

Esta etapa es a su vez el final y el principio, porque después de una absoluta investigación sobre la causa de los errores del pasado, todo el ciclo PDCA se vuelve a realizar con nuevas directrices y parámetros.

2.5.4 Proceso Pull

La idea de un sistema Pull nace a finales de los años de 1940 con el fin de realizar un flujo de trabajo teniendo una demanda de antemano.

Se habla de proceso Pull cuando la demanda del producto determina cuánto producir. Es decir que se produce “bajo demanda”. De igual manera, los diferentes componentes utilizados durante el proceso de fabricación solo se reemplazarán una vez se hayan consumido, es decir que con este tipo de metodología las empresas únicamente van a fabricar aquello que demanda el cliente y nunca habrá un stock.

El principal objetivo del sistema pull es el reparto uniforme de las órdenes de producción a lo largo de un período dado de tiempo. Para poder llevar a cabo esta metodología es conveniente tener la demanda tanto a corto plazo como a medio y a largo para poder llevar a cabo un adecuado nivelado, en caso contrario sería muy complicado y una fuente de problemas.

En estos casos, se suelen producir en lotes pequeños y por tanto los costes por inventario suelen ser muy bajos o inexistentes. Además, se logra un ahorro de costes y la probabilidad de que un producto quede obsoleto es muy pequeña.

Este tipo de sistema o enfoque es conveniente cuando una empresa compite por innovación y flexibilidad.

Lo contrario a un sistema pull, se denomina sistema push, es decir que se produce sin saber la demanda exacta, pudiendo tener un alto almacenamiento o escasez. Se suele utilizar en productos en los que se sabe que hay una alta demanda casi seguro y/o que tenga un proceso de fabricación complejo o largo.

Como se puede observar, son dos maneras de gestionar los inventarios y la forma de producir muy diferentes, casi opuestas. Actualmente existe un modelo intermedio, denominado “push-pull” que por ejemplo, pre-encargan la materias primas sin estar “bajo pedido” (Sistema push” pero no se realiza el montaje del producto final hasta que no se demanda por un cliente (sistema pull).

Ventajas del sistema pull:

- Costes mínimos de almacenamiento.
- Evita realizar previsiones sobre que comprar.
- No hay tanta variabilidad de ventas y almacenamiento.

Desventajas del sistema pull:

- Al no producir a gran escala no hay disminución de costes.
- Suele ser un sistema de producción menos flexible que en los sistemas push y no se adapta tan bien a los picos de demanda.

Actualmente, este concepto se encuentra muy difundido en diferentes industrias y empresas, desarrollo de software, soporte al cliente etc.

2.5.5 Flexibilidad

Se entiende por flexibilidad la característica por la cual algo es susceptible de cambios o variaciones según las circunstancias o necesidades.

Aplicado este concepto a un entorno de fabricación se refiere a la capacidad que tiene una organización para adaptarse a las premisas del cliente de una forma rápida y eficiente.

Esta flexibilidad puede ser una ventaja competitiva frente a otras empresas del sector ya que una empresa flexible es capaz de asumir cambios con rapidez para responder a variaciones de la demanda.

También se habla de flexibilidad en los sistemas en los que se puede cambiar o ajustar el tipo de producto sin que dicho cambio genere un gran impacto.

La flexibilidad tanto de producto como de demanda (volumen) conlleva reducción de costes y aumento de la calidad y con ello la satisfacción del cliente.

2.5.6 Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores

Esto se considera una de las estrategias de negocio más influyentes dentro de la buena marcha de los procesos internos de negocio y en la búsqueda de una efectiva cadena de suministro.

Hoy en día, es casi imprescindible que una empresa dependa en mayor o menor medida de la colaboración de uno o varios proveedores, es decir que al final los proveedores son considerados un pilar imprescindible para el buen funcionamiento de cualquier empresa, sin ellos una empresa no podría funcionar.

Es por ello que cobra mucha importancia la idea de cuidar y mantener las buenas relaciones con los proveedores, buscando las relaciones a largo plazo con estos para mejorar el rendimiento y la calidad de los productos o servicios finales.

Algunos de los beneficios que se pueden obtener de estas buenas prácticas son los siguientes:

- Reducción de costes: Al mantener relaciones a largo plazo, se minimizan problemas de errores en pedidos, se minimizan problemas de rendimiento y además se evitan muchos costes innecesarios como por ejemplo de nuevas licitaciones.
- Consolidación de la cadena de suministro: Mejora de la comprensión y colaboración por ambas partes. A los propios proveedores también les interesa tener relaciones a largo plazo, esto serán ingresos fijos para ellos.
- Mejora continua: Al existir buenas relaciones entre proveedores y compradores surgen posibilidades de involucrar a ambas partes en mejora continua de productos y servicios.

- Eficiencia y comunicación: Cuanto mayor sea el tiempo que estén colaborando proveedores y compradores, mejor conocerán los proveedores las necesidades de los compradores y sus procesos comerciales.

2.6 Metodología

Una de las cuestiones más importantes de la metodología Lean, es como poner en práctica algunas de las técnicas mencionadas anteriormente para poder beneficiarse, es decir como implantarla en una empresa.

No es algo sencillo que se pueda hacer de la noche a la mañana, se necesita un cambio radical en la forma de trabajar y “olvidar” la forma de trabajar que se conoce hasta el momento, pero es una gran inversión de con muchos beneficios a largo plazo.

El motor que estimula la implantación del sistema se basa en el convencimiento y apoyo de la gerencia de la empresa durante el lanzamiento de este proyecto.

Para poder implantar algunos de los principios Lean, es necesario llevar a cabo las siguientes etapas o fases:

- Formación: Todos los empleados y directivos deben conocer los principios, objetivos, conocer las diferentes herramientas, saber interpretar los análisis de los datos, saber leer los mapas de flujo de valor etc. y, sobre todo, estar implicados.
- Recogida de datos: Para llevar a cabo la implantación con éxito es muy importante conocer los datos de los productos, de los procesos etc. para poder analizarlos posteriormente.
- Realizar un análisis de las diferentes operaciones y del flujo entre ellas: Se busca reflexionar sobre que aporta cada operación al producto final, se suele hacer con la ayuda de diagrama de flujo.
- Trazar el mapa de valor actual o “value stream map” (VSM): Se introduce la información actual de la empresa para conocer la situación de partida.
- Fase central de estudio y diseño: Esta es la etapa más importante, pues aquí se deciden los flujos que se implantarán. Para esto se toma el VSM como base de información. En esta fase, se va a definir el layout o distribución de la empresa detallando la ubicación de las máquinas y de los puestos de los empleados, para poder medir los desplazamientos tanto de materiales como personas, buscando minimizarlos. Además, en esta fase se buscarán aquellas tareas que había previamente que no aporten valor al producto final y que puedan ser suprimidas. Por otro lado, se tendrá en cuenta a la hora de diseñar el nuevo layout que se debe ajustar la capacidad productiva a la demanda evitando despilfarros y ajustar los tiempos de cada operación para evitar también cuellos de botella.
- Trazar el nuevo VSM: partiendo de la fase anterior, se debe rehacer el VSM para tener la información global de la futura redistribución y poder visualizar los flujos y poder identificar los desperdicios y poder seguir depurando y mejorando la solución obtenida, dado que es un proceso de mejora continua.

- Fase de implantación final: Una vez se han repetido varias veces las dos últimas etapas, depurando y ajustando cada vez más, se llega a la solución “definitiva” que se representa y depura a continuación, ahora se determinan definitivamente los flujos de materiales, trabajadores, lotes de producción, elementos de transporte e información, para los distintos niveles de producción, prestando atención a parámetros como tiempo de proceso total, existencias de productos semielaborados, espacio ocupado y productividad.

2.7 Herramientas

A lo largo de este capítulo (2. LEAN MANUFACTURING) ya se han mencionado cómo está estructurado el sistema Lean, así como los principios básicos y para ello se han explicado ya varias herramientas Lean (las más relevantes). Para el juego que se va a desarrollar en este TFM se van a utilizar tres de ellas que se detallan a continuación:

2.7.1 TABLERO KANBAN

El tablero Kanban es una de las herramientas de Lean más utilizada hoy en día, se trata de un tablero (físico o virtual) en el que de un vistazo podemos ver esquematizado todo el trabajo tanto ya realizado como pendiente y el estado en el que se encuentra. Es una herramienta muy visual que nos da mucha facilidad a la hora de planear, estimar y calcular o recalcular necesidades y tiempos de trabajo. Nos permite ver rápidamente la carga de trabajo pendiente, si hay algún bloqueo, si vamos bien de tiempo o si por el contrario se necesita reestructurar la planificación.

Para aplicar este método, hay que dividir las tareas en “ítems” lo más pequeños posible y escribir en un post-it cada uno de esos ítems. Estos post-it irán cambiando de sitio en el tablero según el estado de este ítem o tarea.

El tablero estará dividido en filas y columnas. Las filas representan cierto tipo de actividades específicas y las columnas el estado de la tarea (Sin empezar, en proceso, finalizado...) además la simplicidad de esta herramienta hace que sea muy versátil y se pueda adaptar a necesidades, por ejemplo, se pueden hacer filas para diferenciar los tipos de actividades o dejarlo como un global, o utilizar las filas para marcar la prioridad. Se pueden tener 3 columnas para clasificar las actividades según si está sin empezar, en progreso o finalizado o añadir más columnas como puede ser pendiente de suministro, cobrado, enviado... Todo dependerá de cada flujo de trabajo.

A continuación, en la ilustración 4 se muestran varios ejemplos en los que se puede ver la diversidad de esta herramienta:

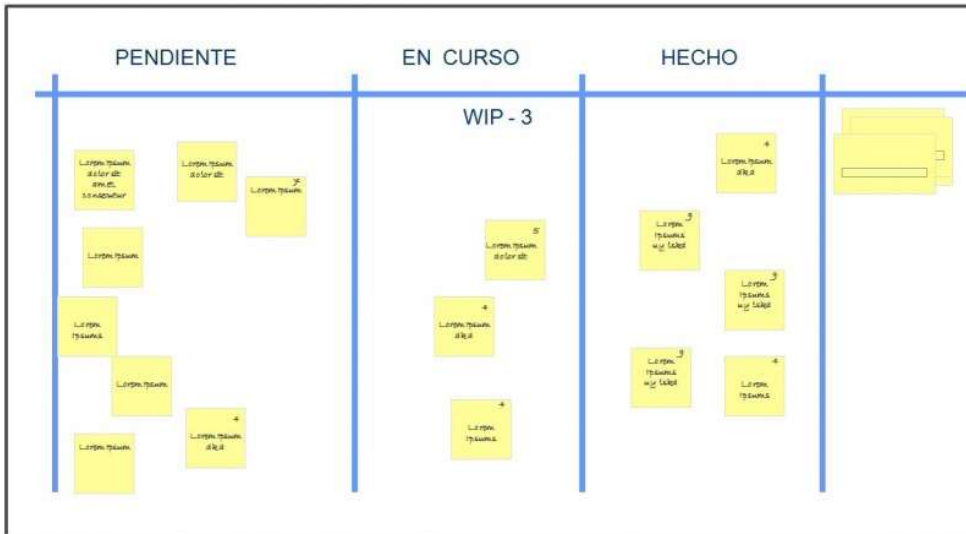


Ilustración 4. Ejemplo tablero Kanban 1

Este es un ejemplo de un tablero Kanban bastante simple, en el que simplemente hay 3 columnas “pendiente”, “en curso” y “hecho” y una sola fila para todas las tarjetas. Los empleados / responsables del tablero Kanban deberán ir cambiando las tarjetas de columna según el estado de las tareas.

En la ilustración 5, hay un segundo ejemplo donde se puede ver que además de las 3 columnas, hay 3 filas para diferenciar el tipo de tarea. También se observa que en la última columna están apuntados los “Deadline” (Fechas tope) y así mismo se pueden ver de diferentes colores, que marquen por ejemplo tipo de trabajo, criticidad...o lo que cada cual considere necesario.

To Do	In Progress	Done
Biomes Podcast Research 		 Deadline: Fri Oct. 12th
Podcast Outline & Script 		 Deadline: Fri Oct. 19th
Podcast Recorded, Edited, & Published 		 Broadcast Party: Fri Oct. 26th

Ilustración 5. Ejemplo tablero Kanban 2

Además, en la ilustración 6 se muestra un ejemplo de los usos que se pueden dar a las tarjetas:



Ilustración 6. Ejemplo tarjetas Kanban

Como ya se ha comentado, esta herramienta se adapta perfectamente a la necesidad de cada usuario / empresa según cada estructura o tipo de negocio, es fácilmente aplicable y de bajo coste y no necesita de una formación específica para saber usarlo. Además, hoy en día, esto existe de forma digital, con lo cual, se puede ver con un ordenador desde cualquier parte.

2.7.2 5S

(Justo,D [2016] , Salazar,M [2015]). El método de las 5S fue desarrollado por el grupo Toyota como parte del TPS, Sistema de Producción Toyota. El enfoque 5S tiene como objetivo mejorar el ambiente de trabajo del empleado, pero no es el único método Lean creado por Toyota. Inspirado en el fordismo, el toyotismo ha demostrado ser efectivo y ha sido desarrollado para crear las 5S. Esta técnica remodelada ha demostrado su eficacia a lo largo del tiempo. Es una herramienta de gestión empresarial que permite:

- Evitar la mayor pérdida de tiempo y energía posible.
- Comprobar la calidad de los productos a lo largo de la cadena de producción.
- Escuchar a sus operadores para hacer más fluida la comunicación.

En pocas palabras, el método de las 5s es una práctica de optimización de condiciones y del espacio de trabajo, del tiempo de trabajo asegurando que dicho espacio esté bien ordenado, limpio, que sea seguro de una forma rigurosa. Las 5s es un sistema de trabajo fácil y rápido de establecer.

El nombre de las 5s es debido a su origen japonés, el nombre de las 5 etapas en japonés comienza por S:

- SEIRE (Clasificación): Es la primera de las S. Ordenar todas las cosas y así poder desprenderse de aquello que no hace falta. Es importante guardar aquello importante, pero es aún más importante saber que se debe guardar y que se debe tirar.

- SEITON (Ordenar): Se trata de guardar cada cosa en su sitio con el fin de encontrar todo rápidamente a la hora de usarlo.
- SEISO (Limpiar): La limpieza de las oficinas, los lugares de trabajo y las instalaciones de producción va mucho más allá de la simple limpieza. En lo que respecta a las máquinas y herramientas, por ejemplo, es un primer paso hacia el auto mantenimiento: a menudo es en el momento de la limpieza cuando se detectan las anomalías y el desgaste prematuro.
- SEIKETSU (Estandarizar): En esta etapa se identifica las condiciones para la estandarizar lo máximo posible la producción. Se seleccionan, prueban y adoptan ciertas condiciones y se definen unas reglas para mantener y controlar estas condiciones.
- SHITSUKE (Mantener): Hace falta respetar las reglas establecidas previamente y, por lo tanto, debe alentarse al personal a que se adhiera a esas normas. Se trata de hacer sistemáticamente lo que hay que hacer, de hacer de las 5S un hábito.

En la ilustración 7 se puede ver resumido en qué consisten las 5s:



Ilustración 7. Esquema de las 5S

3 GAMIFICACIÓN

En este capítulo se van a desarrollar los conceptos de gamificación, explicando en detalle que se entiende como juego didáctico, cuáles son los objetivos, las fases... y algunos ejemplos de juegos didácticos que existen en la actualidad.

3.1 Gamificación o ludificación

¿Qué se entiende por Gamificación? (Marín, I y Hierro, E [2013])

La gamificación es un método o sistema de aprendizaje que eleva la dinámica de los juegos a un entorno educativo-profesional con el objetivo de obtener mejor rendimiento.

Es decir, el concepto de gamificación (también conocido como ludificación) se podría describir cómo el proceso por el cual se transforma una actividad tediosa, aburrida o monótona en otra más “entretenida”, buscando la participación en ella de forma autónoma.

Para obtener dicho cambio de enfoque se debe tratar de cambiar la forma de desarrollar la actividad buscando unos alicientes mínimos para que a la hora de desarrollar la actividad o el juego sea más gratificante para el usuario. Para esta transformación se requiere el uso de técnicas propias de los juegos tradicionales, buscando un carácter lúdico que despierte un cierto interés o atractivo en las personas a las que va dirigido.

El término de gamificación se puede aplicar a juegos, como es el caso de este TFM, pero también se utiliza en la vida cotidiana de cualquier persona, como por ejemplo los procesos de gamificación en las empresas principalmente en ámbitos comerciales buscando la motivación del empleado.

Otro ejemplo de la vida cotidiana son los casos de fidelización, ejemplos como pueden ser la acumulación de puntos por viaje que luego se pueden cambiar por descuentos o por otros viajes, esto es utilizado por multitud de empresas en el sector del transporte. Otro ejemplo puede ser los beneficios que ofrecen ciertas compañías de telefonía o electricidad/agua etc que consiste en que a mayor consumo menor precio, o después de ciertos años siendo cliente, la reducción de la cuota, o buscan aumentar el número de usuarios con la táctica de “si traes un amigo, te ofrecemos X”. Con todo esto, las compañías buscan promover la fidelidad de los clientes, la competitividad con las empresas de la competencia y además le sirve a la empresa de publicidad (el conocido boca a boca) a través de la cual llegar a más usuarios reduciendo a coste mínimo.

Otro modelo de juego didáctico puede ser las aplicaciones tecnológicas (móviles, ordenadores, tablets...) que ofrecen al usuario una enseñanza más amena, por ejemplo de un idioma, de geografía, con desafíos diarios que potencian la memoria o la agudeza visual, la rapidez con las operaciones matemáticas, que generalmente tienden a hacer más complejos sus desafíos intentando motivar al usuario con objetivos de superación y además utilizan “recompensas diarias” para intentar atraer al usuario con más regularidad.

Como hemos podido ver con los diversos ejemplos anteriores se puede ver como el término de gamificación no solo va ligado a juegos, si no que existe en muchos más ámbitos cotidianos.

Focalizando la gamificación en el ámbito del aprendizaje se puede simplificar en que la gamificación pretende promover el aprendizaje aprovechando la predisposición psicológica hacia el juego para mejorar la motivación hacia el aprendizaje.

A mayores de lo ya mencionado, la gamificación presenta múltiples beneficios en el ámbito didáctico, algunos de los más importantes:

- Aumenta la motivación hacia una temática en concreto.
- Permite aumentar la dificultad progresivamente, evitando la frustración.
- Estimula la competencia social de los participantes.
- Favorece que los usuarios participen de una manera activa en el proceso de aprendizaje.
- Permite obtener feedback instantáneo.

El concepto de gamificación es algo que hemos usado siempre, aun sin ser conscientes de ello, un ejemplo muy claro es cualquier entretenimiento que se le hace a los niños pequeños para que coman (Simulación de que la comida es un avión que tiene que aterrizar en la boca)

El término gamificación se puede extender a diversos ámbitos, a parte del ya mencionado, la gamificación en el ámbito educativo se puede hablar además de gamificación el ámbito empresarial, por ejemplo, a nivel de la organización para mejorar la productividad o a la hora de dar formaciones a trabajadores. También se puede hablar de la gamificación en ámbito empresarial a nivel externo para establecer un canal de comunicación con los clientes.

Otro ámbito de la gamificación en el social, por ejemplo, se utiliza para concienciar a la población de la importancia de cuidar el medio ambiente.

3.1.1 Gamificación en la educación

(Ortiz, A.L [2009] , Rodríguez Lago, G [2016].) Como ya se ha mencionado en el apartado anterior, la Gamificación es una técnica de aprendizaje que traslada la mecánica de los juegos al ámbito educativo-profesional con el fin de conseguir mejores resultados, como, por ejemplo, mejorar ciertas aptitudes, impregnarse mejor de los conocimientos, estimular ciertas acciones etc.

En la actualidad este tipo de aprendizaje cada vez se está haciendo más popular debido a su carácter lúdico, que facilita la interiorización de conocimientos de una forma más divertida, generando una experiencia positiva en el usuario.

Esta técnica de aprendizaje funciona, ya que mediante el juego se consigue la motivación del alumno, lo que lleva a que este tenga un mayor compromiso y afán de superación.

Se utilizan ciertas técnicas mecánicas y dinámicas sacadas de juegos y adaptadas al juego que se esté haciendo.

Las técnicas mecánicas que se utilizan principalmente son para recompensar a los alumnos según ciertos objetivos que van superando o alcanzando.

Aparte de las técnicas mecánicas existen técnicas dinámicas que hacen referencia a la motivación del usuario para jugar y perseguir los objetivos del juego sin perder la concentración.

Algunos de estas técnicas son las siguientes (Gaitán, V [2013]):

- Recompensa: Recibir un beneficio merecido por algún objetivo alcanzado.
- Acumulación de puntos: Ciertas acciones tienen asignado un valor numérico que se va acumulando según se avanza y se realizan dichas acciones.
- Estatus: Establecer un nivel jerárquico social valorado.
- Logro: Como superación o satisfacción personal
- Competición: Rivalidad entre los jugadores que fomentan la entrega al juego.
- Misiones o retos: Conseguir solucionar o pasar un reto u objetivo planteado, ya sea solo o en equipo, buscando con ello fomentar la competitividad y en algunos casos el trabajo en equipo.

Como consecuencia de estas técnicas, se obtiene un buen funcionamiento de la ludificación gracias a que el alumno participa activamente y con motivación debido a que al ser un juego se espera una recompensa (real o ficticia) y el proceso de aprendizaje no se convierte en algo aburrido o de obligación si no como algo con lo que obtener un beneficio además de ser divertido.

3.1.2 Aprender haciendo (Learning by doing)

(Rodríguez, P. [2013] , Torres, C.M [2002], Valverde, H.R [2003].) El “Learning by doing” es una tendencia similar al gaming, que se basa en intentar que el aprendizaje en escuelas se parezca lo máximo posible a lo que sería un “aprendizaje natural” mediante diversas acciones, por el método de “prueba y error” o simplemente por razonamiento lógico.

En esta línea de enseñanza el docente pierde relevancia ya que su papel se reduce a ser un facilitador, es decir que colabora con el alumno en el desarrollo de ciertas capacidades como puede ser el pensamiento creativo o la toma de decisiones, mientras que la responsabilidad alumno cobra mayor peso ya que el aprendizaje depende más directamente de él mismo.

Es importante que el docente cree situaciones que resulten interesantes o atractivas para aquellas personas que estén participando ya que eso les motivará a participar, aprender e investigar.

Además, para conseguir un buen funcionamiento es de alta importancia que los recursos utilizados sean variados para que los alumnos puedan poner en práctica sus conocimientos.

Un buen ejemplo de esta técnica es el de aprender a nadar, no se aprende estudiando un tema o recibiendo lecciones visuales, se aprende probando en el agua, con apoyo de ciertos materiales (manguitos o colchonetas) y haciendo diferentes pruebas y ejercicios.

Existen diversas teorías sobre el aprendizaje, a continuación, se muestra una pirámide de aprendizaje creada por Edgar Dale, en la ilustración 8.

Esta pirámide se basa en lo que una persona puede aprender y retener según el método que se esté empleando para ello, aunque los periodos de tiempo en los que examinan el aprendizaje son ligeramente distintos. En este caso, Edgar Dale lo pone a prueba dos semanas después de haber sido aprendido.

EL CONO DEL APRENDIZAJE
(Edgar Dale & Bruce Nylan)



Ilustración 8. Pirámide de aprendizaje de Edgar Dale

La pirámide de la ilustración 8 fue desarrollada por Edgar Dale, famoso pedagogo norteamericano y docente en la Universidad de Ohio State, el cual se dedicó la mayor parte de su tiempo al estudio del proceso de aprendizaje, realizando numerosas investigaciones sobre diferentes procesos cognitivos de comprensión y retención, en busca de la eterna pregunta:

¿Cómo aprendemos?

Como se muestra en la ilustración 8 de la pirámide, los diferentes escalones se encuentran clasificados en alumno activo o inactivo, según la implicación en el aprendizaje.

Como se puede observar de un simple vistazo, se aprende más cuando el alumno es activo, es decir cuando se implica y se pone ganas y empeño.

De la ilustración 8 se puede extraer que la cúspide de la pirámide (el alumno pasivo) es la enseñanza tradicional, una clase en la que el profesor tiene la gran parte del peso del aprendizaje.

3.2 Juego Didáctico

Actualmente es una terminología muy usada, y como tal existen múltiples definiciones para el término de juego didáctico, a continuación, se cita algún ejemplo:

- Según Sanuy (1998) “la palabra juego, proviene del término inglés “game” que viene de la raíz indo-europea “ghem” que significa saltar de alegría... en el mismo se debe brindar la oportunidad de divertirse y disfrutar al mismo tiempo en que se desarrollan muchas habilidades”

- Citando a Paula Chacón, de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Instituto Pedagógico de Caracas)

Chacon, P [2008] “El juego didáctico es una estrategia que se puede utilizar en cualquier nivel o modalidad del educativo... se estructura como un juego reglado que incluye momentos de acción pre-reflexiva y de simbolización o apropiación abstracta-lógica de lo vivido para el logro de objetivos de enseñanza curriculares, cuyo objetivo último es la apropiación por parte del jugador, de los contenidos fomentando el desarrollo de la creatividad”

Podemos ver con sólo estos dos ejemplos la cercanía entre “jugar” y “aprender”

Por simplificar estos términos, vamos a centrarnos en algunas de las acepciones que encontramos propuestas por la RAE (Real Academia española):

Juego:

1. m. Acción y efecto de jugar por entretenimiento.
2. m. Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde

Didáctico:

1. adj. Pertenciente o relativo a la didáctica o a la enseñanza.
2. adj. Propio, adecuado o con buenas condiciones para enseñar o instruir.
3. adj. Que tiene como finalidad fundamental enseñar o instruir. Apl. a pers., u. t. c. s.

Uniendo ambos términos podemos entender un Juego Didáctico como:

“Ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas en el cual se gana o se pierde, que tiene como finalidad fundamental enseñar o instruir.”

Resumiendo, en términos más “coloquiales” un juego didáctico es un medio de diversión que busca la enseñanza.

3.2.1 Importancia de los juegos didácticos

(Torres, C.M [2002]) Aunque cada vez se les da más importancia a los juegos didácticos como forma de aprendizaje y parezca un concepto relativamente nuevo lo cierto es que esta dinámica se viene desarrollando desde hace bastantes años, debido a que es sabido que el aprendizaje resulta más sencillo si se realiza mediante juegos y con una dinámica atractiva y agradable.

Y ¿Por qué es más sencillo mediante juegos? Gracias a los juegos están pasando un buen rato al mismo tiempo que están aprendiendo, casi sin darse cuenta, lo que hace que sea un rato más ameno y no asocien el aprender con el tedio.

Actualmente es una técnica muy utilizada, ya que hoy en día, desde que un niño es bien pequeño tiene a su disposición infinidad de juegos o juguetes didácticos enfocados al aprendizaje, ya sea mediante formas, colores, sonidos, canciones... Además, a medida que el niño crece los juegos van siendo más complejos y mayor suele ser el aprendizaje.



Ilustración 9. Juguetes didácticos para bebés

El carácter didáctico de los juegos no está únicamente en los juegos tangibles físicamente, como los mencionados anteriormente (ver ilustración 9) sino que también podemos encontrar algo menos físico, pero igualmente eficaz en su finalidad de enseñar, como pueden ser cierto tipo de canciones infantiles, juegos de rol...

Además, cabe destacar que hay juegos didácticos para cualquier edad, bebés, niños, adolescentes, adultos... es por esto que los juegos didácticos han tomado mucha importancia, ya que en la actualidad son usados como técnicas de aprendizaje en diversas instituciones de enseñanza como pueden ser colegios, institutos, universidades... Además la finalidad de los juegos didácticos no es solo enseñar cosas nuevas, sino que también se utilizan para reforzar o ampliar ciertos conocimientos ya adquiridos con anterioridad.

Una de las principales ventajas de este tipo de enseñanza es que el alumno tiene mayor implicación en el aprendizaje ya que el hecho de estar jugando hace que lo disfrute y no sea una tarea tediosa u obligada, lo que conlleva que el alumno disponga de mayor concentración ya que al disfrutarlo se evitan distracciones.

La versatilidad de este tipo de aprendizaje hace que, además, según la edad del estudiante, el juego se pueda combinar con otras actividades como pueda ser un debate o un foro para que el alumno pueda debatir, pensar más allá etc.

Con todo lo expuesto anteriormente, se podría concluir que los objetivos principales en la actualidad, de la utilización de juegos didácticos en las instituciones educativas son los siguientes:

- Educar a los alumnos a realizar toma de decisiones ante las adversidades de la vida.
- Asegurar la probabilidad de que el alumno o los alumnos tengan alguna práctica de trabajo colectivo y aprendan a realizar un análisis de la actividad o actividades propuestas (Este punto dependerá de la edad de los alumnos)
- Capacitar a los alumnos a solucionar sus propios problemas de la vida y/o de la sociedad.
- Contribuir a la asimilación de los conocimientos teóricos de las diferentes asignaturas, partiendo del logro de un mayor nivel de satisfacción en el aprendizaje creativo.

(Ecured, 2019)

3.2.2 Características de los juegos didácticos

Un juego será descrito como didáctico cuando, además de tener como finalidad un aprendizaje, consiga ser atractivo para los jugadores consiguiendo implicación por parte de los mismos.

Además de lo mencionado anteriormente, debe tener ciertas características para poder llegar a su finalidad. Dichas propiedades son las siguientes:

- Intención didáctica: Su objetivo final debe ser el aprendizaje de algo en concreto.
- Objetivo didáctico: Saber que va a ser ese “algo en concreto” que se quiere enseñar.
- Estructura / Reglas: Como todo juego debe estar bien definidos antes de empezar para evitar malentendidos. Esto debe ser claro tanto para los jugadores como para la persona que guía / enseña el juego.

Estos puntos mencionados son necesarios para que el juego se desarrolle correctamente, siguiendo el camino que se espera para llegar al fin último, garantizando el cumplimiento del mencionado objetivo didáctico.

-Número de jugadores: No podemos olvidar la importancia de conocer de antemano el número de jugadores, ya que un juego puede variar según se plantee para 10 jugadores o para 30, aunque no varíe el objetivo didáctico.

-Divertido: Un juego, aunque sea didáctico debe ser divertido. De igual forma que sucede en los juegos tradicionales si este resulta aburrido el jugador es probable que decida no seguir jugando o que disminuya su atención en el mismo. Si un jugador pierde su atención, se perdería la concentración y esto provocaría que no se adquiriesen los conocimientos necesarios, por lo tanto, se perdería la finalidad del juego en sí.

- Competitividad: esto fomenta que haya por un lado más tensión y por otro, trabajo en equipo. Estas características van ligadas al hecho de que se potencie la concentración de los jugadores y las ganas de seguir jugando impulsando la participación activa y la atención de los alumnos con lo que se consigue mejorar la efectividad del aprendizaje.

Cabe mencionar además la importancia de plantearse en todo momento (ya sea en las fases de diseño del juego como a la hora de jugar) tener en cuenta las cuestiones que se mencionan a continuación ya que estas recogen los aspectos mencionados anteriormente:

¿Por qué ese aprendizaje?

¿Para qué sirve?

¿Qué se quiere enseñar a través del juego?

¿Con qué recursos se cuenta?

¿Cómo se va a desarrollar el proceso de aprendizaje?

¿Cuándo se va a realizar el aprendizaje?

¿Dónde se va a jugar?

Como se puede ver estas preguntas que debe hacerse tanto el diseñador del juego como la persona encargada de dirigirlo durante la sesión educativa tienen gran relación con las técnicas empleadas en el LEAN MANUFACTURING

3.2.3 Fases de un juego

Cuando se habla de juegos didácticos en plural, se generaliza cuando la diversidad de juegos es enorme y muy variada. A parte de las características comunes que todos ellos tienen, todos los juegos tienen en común la estructura principal del desarrollo del mismo o lo que se conoce como fases del juego:

1. Introducción: Esta primera fase comprende los pasos o acciones que posibilitarán comenzar o iniciar el juego, incluyendo explicaciones o aclaraciones de los acuerdos o convenios que posibiliten establecer las normas o tipos de juegos.

2. Desarrollo: Esta es la fase más importante y larga pues es donde se realiza la actuación de los alumnos según lo establecido en la fase previa.

3. Desenlace: Esta es la fase final, el juego termina cuando uno o varios participantes llega a la meta establecida, ya se midan en objetivos, puntos...que demostrará un mayor conocimiento de los objetivos de este juego.

3.2.4 Clasificación

Existen diversas formas de clasificar los juegos didácticos, no es una cuestión estandarizada ni unificada entre los autores consultados según qué autor se consulte y según qué criterio se quiera utilizar, por ejemplo:

Existen multitud de juegos didácticos que se podrían clasificar por ejemplo por la edad a la que se enfocan. Es decir, se puede hablar por ejemplo de juegos didácticos para niños hasta 4 años, otros que estén enfocados para niños de 4 a 7 y otros que sean de 5 a 8 años.

Otra forma de clasificarlos puede ser la según qué tipo de aprendizaje busquen, por ejemplo, los juegos didácticos intelectuales-cognitivos buscan prioritariamente el desarrollo de la atención, la capacidad de observación y las capacidades lógicas por otro lado por ejemplo, tendríamos los juegos didácticos volitivos-conductuales, por su parte, promueven la iniciativa, la disciplina, el respeto y la perseverancia. Otro tipo de juego didáctico es el afectivo-motivacional, que suscita el desarrollo de la solidaridad y la camaradería.

Una de las clasificaciones más completas que existen dada por YVERN A. en 1998. La clasificación de este autor se puede resumir de tal y como se muestra en la tabla 1:

Características	Clasificación
Número de jugadores	Individuales Colectivos
Cultura	Tradicionales Adaptativos
Director de juego	Dirigidos Libres
Edad	Niños Jóvenes Adultos
Discriminación de las formas	De engranaje Rompecabezas
Probabilidades para ganar	De azar De razonamiento lógico

Tabla 1. Clasificación de los juegos didácticos Fuente: Yvern,A [1998]

Con estas categorías debería quedar perfectamente definido cualquier juego didáctico, aunque es importante destacar que un mismo juego no tiene que estar englobado en una sola de las mismas. Es decir, por poner un ejemplo un mismo juego puede ser para niños y de razonamiento lógico.

3.3 Ejemplos

A lo largo de este capítulo, se ha mencionado los juegos didácticos, su importancia, sus objetivos, sus fases etc. y lo que es el concepto de gamificación.

En este apartado vamos a ver algunos de los juegos didácticos que se han popularizado, dividiéndolos en juegos de nuevas tecnologías (móviles, ordenadores, tablets...) y la reutilización que se han hecho de juegos más clásicos. Solo se van a mencionar algunos ejemplos, pero cabe mencionar que actualmente la lista es ilimitada.

3.3.1 Juegos comerciales “de toda la vida”

En este apartado vamos a ver algunos juegos clásicos de mesa que se pueden considerar juegos didácticos ya que potencian aspectos del aprendizaje.

3.3.1.1 Risk

Es un juego que recrea las guerras napoleónicas, en este juego de estrategia los usuarios tienen que ir conquistando el resto de países (el tablero es un mapamundi). Mediante este juego se

ejemplo de algunas de las múltiples figuras que se pueden realizar cambiando la posición de las piezas. Nótese que las piezas son siempre las mismas

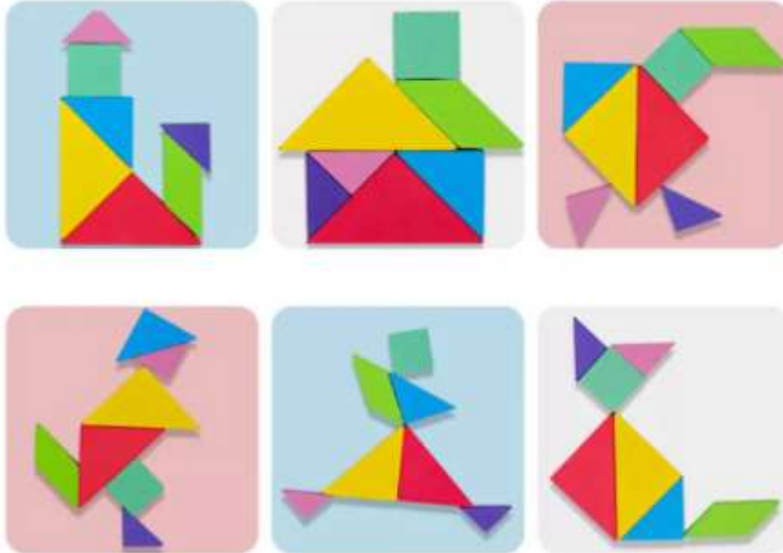


Ilustración 12. Juego "Tangram"

Este juego parece sencillo, pero puede llegar a ser bastante complicado y es gracias a esta dificultad que estimula la creatividad, el pensamiento lógico y el dimensionamiento espacial.

3.3.1.4 Scrabble

Este popular juego consiste en la construcción de palabras que se deben colocar en un tablero de forma horizontal o vertical, a partir de fichas con letras repartidas aleatoriamente, con la dificultad de ir buscando sumar el mayor número de puntos posibles, según el número de letras usadas y dónde se sitúe la palabra dentro del tablero. Este juego enriquece el vocabulario mientras se potencia la agilidad de cálculo mental. Ver ilustración 13.



Ilustración 13. Juego "Scrabble"

3.3.2 Las TIC y la gamificación educativa

A continuación, se describen algunos ejemplos de aplicaciones utilizadas como medio de aprendizaje.

3.3.2.1 *i-Cuadernos*

Una aplicación de móvil, Tablet etc que simula un cuaderno en el que se proponen ejercicios de matemáticas con problemas de la vida diaria, iniciación a la escritura y una amplia variedad de actividades adaptadas a diferentes niveles y materias de aprendizaje. Ver ilustración 14.

(icudernos.com)

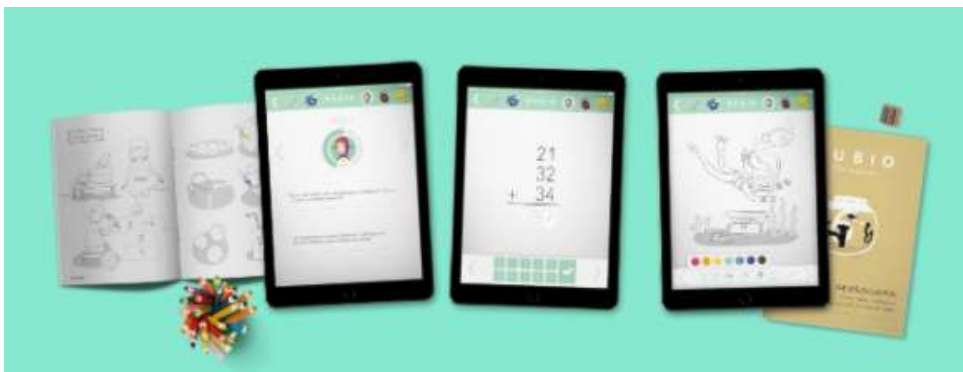


Ilustración 14. i-Cuadernos

3.3.2.2 *Ta-tum*

Esta plataforma busca promover la lectura entre los más jóvenes. Propone un juego, en los que los alumnos forman parte de una escuela y tienen que convertirse en investigadores literarios. Para ello se tiene acceso a una biblioteca virtual con varios libros y mediante el juego podrán personalizar e interactuar con los libros. Ver ilustración 15.



Ilustración 15. Plataforma "Ta-tum"

3.3.2.3 *Minecraft: Education Edition*

Esto es un claro ejemplo de cómo hasta los videojuegos pueden ser llevados al ámbito educativo. Minecraft, en un principio fue creado como mero entretenimiento, pero se ha aprovechado para sacarle partido, utilizándolo en clases. Esta versión de educación permite a los alumnos ir superando retos u obteniendo puntos a través de códigos de programación mediante los cuales pueden construir edificios, obtener animales etc.

Además, esta versión permite a los profesores diseñar mapas en los que trabajaran sus alumnos y será el propio profesor quien decida qué cosas pueden hacer o no los alumnos.

Cada “mundo” tiene unos objetivos, sería lo equivalente a una lección o un tema, como se puede ver en la ilustración 16:



Ilustración 16. Videojuego "Minecraft"

3.3.2.4 *CodeCombat*

Este es un videojuego en el que mientras se juega, se aprende a programar. Se proponen retos para poder avanzar que se deben resolver mediante código. Estos retos que van surgiendo se van haciendo cada vez más complejos, para ir aumentando el aprendizaje. En este juego se enseña Python, JavaScript y HTML, 3 de los lenguajes de programación más utilizados hoy en día.

En la ilustración 17 se puede ver un ejemplo muy simple, en el que se debe programar los movimientos que debe realizar el personaje que se está manejando para poder llegar a obtener el cofre:



Ilustración 17. Videojuego "CodeCombat"

4 JUEGO PROPUESTO. MANUAL DE PROFESOR

Para explicar el juego realizado en este trabajo, se van a realizar dos manuales, el primero detallado en este capítulo será el manual del profesor.

En este manual se va a explicar en qué consiste el juego y se van a detallar cada una de las simulaciones como deben ser y que debe hacer el profesor o persona que explique el juego, además de los objetivos, detalles de cómo guiar al alumno, como se deben colocar los diferentes utensilios a utilizar etc

En el siguiente capítulo se va a detallar el manual de usuario, que será el que se entregue al alumno, en este se verá un manual simplificado en el que se pide al alumno que tiene que hacer en cada una de las simulaciones.

4.1 Introducción

Se trata de un juego que simula una pastelería con 4 puestos de trabajo. En la pastelería se va a realizar un solo tipo de tarta. Se van a realizar diferentes rondas en las cuales se irán introduciendo variaciones a la hora de fabricar, para explicar las siguientes herramientas Lean: JIT (Just in time), 5s y tablero Kanban.

Con este juego se pretende enseñar a los alumnos / participantes 3 de las herramientas Lean más utilizadas hoy en día en múltiples empresas, ya que gracias a estas herramientas se obtienen grandes ahorros de tiempo y de dinero, se eliminan desperdicios, se mejora la calidad tanto del producto como la calidad humana (trabajadores).

En este juego se va a partir de una situación en la que una pastelería no utiliza ninguna herramienta Lean y a medida que avance el juego se va a ir viendo cómo se puede sacar más beneficio económico de un negocio gracias a la aplicación de estas herramientas aportando además calidad al producto y facilidades y confort para los trabajadores.

Se harán 3 rondas o simulaciones de unas 3h cada una. Al final de cada ronda los alumnos deberán rellenar las tablas que se encuentran en este manual (una en cada fase) con el objetivo de encontrar los fallos de la simulación y las posibles mejoras que se pueden implantar en el negocio. Se realizarán mejoras entre producción y producción, mirando tanto la parte de beneficios económicos como la parte del confort de los trabajadores.

4.2 Descripción

Se trata de una pastelería que parte de una situación en la que las tartas se compran a un proveedor ya prefabricadas, con lo cual lo único que hace es mantenerlas en frío y una vez que van llegando los clientes las empaquetan y se las entregan al cliente.

Inicialmente se va a partir de una situación con gran volumen de pedidos que luego irá variando para mejorar la calidad tanto de los productos como de los trabajadores. Además, en cada una de las simulaciones se darán los costes y gastos de las tartas y el precio de venta para poder calcular el beneficio final en cada una de las simulaciones. Se buscará en cada una de las simulaciones mejorar tanto el beneficio económico como el confort de los trabajadores comparándolo con la simulación anterior.

En todas las simulaciones hay que tener en cuenta lo siguiente:

En el caso de que se compre en fábrica se tienen en cuenta gastos de almacenaje y transporte y además, se estima que de media se tiene un desperdicio del 20 %, considerando que las cosas que no se venden deben ser tiradas al final del día. También se considera que en los casos que se fabrican los productos en la propia pastelería hay un gasto de mantenimiento de utensilios.

Los alumnos deberán intercambiar los roles entre simulación y simulación. Como veremos más adelante hay 3 roles (trabajador, cliente y cronometrador). Debe ser el profesor el que lleve los cambios entre los alumnos y guíe a los alumnos al final de cada sesión a buscar aquellos defectos más pronunciados, para plantear la mejora Lean que se desea. En las siguientes secciones se explicará más en detalle que se va a ver en cada simulación.

4.3 Sesiones

Se plantean 3 simulaciones, y en cada una de ellas participara un máximo de 12 alumnos (idealmente 12 alumnos justos) y el profesor que va dirigiendo, controlando y dando apoyo cuando sea necesario.

Las 3 simulaciones se realizarán en 3 sesiones diferentes (a ser posible para que no se haga muy pesado y no se pierda el objetivo de aprender de manera divertida), cada una de unas 3 horas, contando con 1 hora de explicación por parte del profesor, reparto de tareas, preparación de los puestos de trabajo, aclaración de dudas etc

En la segunda hora se realizará la simulación y en la tercera se hará un análisis de la situación en caliente en el que los alumnos reflexionaran sobre aquellas cosas que han ido bien y aquellas que han ido mal. Una vez hecho este análisis se procede a plantear soluciones para mejorar y eliminar fallos. Se propondrán diferentes mejoras, todo guiado por unas pequeñas preguntas que se plantean al final de cada simulación.

Aunque el profesor ya sabe cómo va a ser la siguiente simulación, el profesor debe guiar a los alumnos con pequeñas pistas para que ellos mismos sean capaces de llegar a plantear la siguiente simulación.

4.4 Roles de los alumnos

Para la realización de este juego vamos a partir de una pastelería, en la cual tenemos 4 trabajadores, todos ellos polivalentes (cualquiera puede hacer cualquier tarea dentro de la pastelería). Además, contaremos con 4 personas dedicadas exclusivamente a medir el tiempo, este rol se conoce como “cronometradores”.

Este papel que a priori puede parecer secundario, es de suma importancia ya que es la base para poder detectar los problemas, buscar las mejoras y avanzar entre las diferentes simulaciones. Es necesario que los cronometradores tomen bien los tiempos de ejecución de las diferentes operaciones para poder plantear las posibles soluciones a los problemas que se vayan encontrando.

Durante las diferentes simulaciones los alumnos cambiarán de rol para que todos pasen tanto por cronometradores como por trabajadores. El resto de los alumnos son los clientes. Será el

profesor el que distribuya los papeles de la forma que considere más adecuada. En cada simulación el papel de cada alumno debe variar de tal manera que cada alumno realice cada uno de los papeles, siempre que el número de alumnos lo permita.

4.5 Materiales necesarios

Aunque en cada una de las simulaciones se explicará que se necesita exactamente, en este apartado se va a resumir los materiales necesarios. El profesor debe encargarse de contar con los materiales necesarios antes de cada sesión. Podemos distinguir los materiales que se pueden reutilizar y aquellos que hay que reponer entre las diferentes simulaciones.

A nivel de espacio para la simulación se necesita lo siguiente:

Se necesita tener un aula, 13 mesas, 4 para los cronometradores, 4 para la zona de vender y 4 para los puestos de trabajo donde se elaborarán las tartas y una quinta para los productos acabados de la última simulación, una estantería que simule la nevera refrigerante y otra estantería para dejar los pedidos. Además 4 sillas para los cronometradores

Como materiales con lo que se va a trabajar en la simulación encontramos lo siguiente:

Se necesitarán las tartas (de juguete) que van a simular las tartas ya prefabricadas (necesarias en la simulación 1), como la que se muestra en la ilustración 18 o similar. Serán necesarias 100 unidades (80 que se utilizan + 20 % de desperdicio):



Ilustración 18. Tarta

Además, se necesitarán cajas de cartón para hacer las cajas de las tartas, como las de la ilustración 19 o similar:



Ilustración 19. Cajas de cartón para las tartas

Son cajas de cartón que se pliegan para cerrarse. La idea de este tipo de cartones es que puedan ser reutilizables en las 3 simulaciones.

-4 Cronómetros para las personas que van a medir el tiempo, como los mostrados en la ilustración 20 o similar:



Ilustración 20. Cronómetro

-Las cajas registradoras que se utilizarán en cada una de las simulaciones, similares a la ilustración 21:



Ilustración 21. Cajas registradoras

-Dinero: Habrá billetes simulados de 5, 10, 20 y 50 € suficientes para repartir a los alumnos que hagan de clientes y para dejar en las cajas para poder dar los cambios, similares a los mostrados en la ilustración 22:



Ilustración 22. Billetes

-Libretas y bolígrafos para anotar los pedidos (al menos 4) y otros 4 para que los cronometradores tomen tiempos, similares a los mostrados en la ilustración 23:



Ilustración 23. Libretas y bolígrafos

4.5.1 Materiales específicos de las simulaciones 2 y 3

Como se verá más adelante, para las simulaciones 2 y 3 se necesitan materiales específicos para la fabricación de las tartas, se necesitará lo siguiente:

-Pizarra con post-it o imanes para colgar los pedidos, similar a la pizarra mostrada en la ilustración 24:

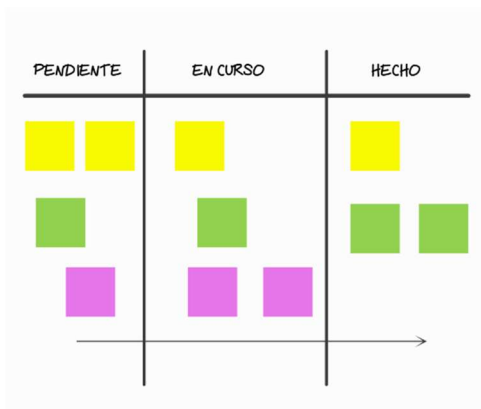


Ilustración 24. Pizarra Kanban

-4 moldes como el que se muestra en la ilustración 25 (o similar):



Ilustración 25. Molde de tarta

En este molde se prepara el relleno, según lo indicado en las fichas de operaciones.

-4 boles donde se amasa el relleno, como el que se muestra en la ilustración 26 (o similar) :



Ilustración 26.Bol

-4 espátulas para esparcir el relleno en los moldes, similares a la espátula mostrada en la ilustración 27:



Ilustración 27.Espátula

Además de todos estos materiales que se pueden reutilizar entre simulación y simulación o entre juego y juego, hay otros que habrá que reponer, ya que se gastan, en este tipo de materiales encontramos los siguientes:

-Plastilina marrón para hacer las bases. (Esto habrá que reponerlo cada vez que se acabe), como la mostrada en la ilustración 28:



Ilustración 28.Plastilina marrón

-Masilla para simular el relleno, como la de la ilustración 29 o similar (Esto habrá que reponerlo cada vez que se acabe)



Ilustración 29. Masilla

-Virutas para la decoración. Como la de ilustración 30 o similar:



Ilustración 30. Virutas de decoración

-Jabón y otros utensilios de limpieza (Ver ilustración 31)



Ilustración 31. Utensilios de limpieza

4.6 Situación inicial- Primera simulación

Para comenzar este juego se parte de la siguiente situación:

En la pastelería trabajan 4 personas, cada persona tiene un puesto del que no se mueve más que para ir a la nevera y lo único que hace es tomar nota, servir el pedido que ya ha sido comprado con anterioridad en una fábrica y cobrar al cliente, otras 4 personas serán encargadas de medir los tiempos de cada operación realizada (Cada uno controlará un puesto específicamente) y 4 personas harán de clientes. Será el profesor quien asigne los roles a los alumnos antes de empezar.

Los alumnos se deben de colocar de la siguiente manera:

- Los 4 cronometradores tienen un puesto del que no se van a mover en toda la simulación.
- Los 4 empleados, empezarán la simulación cada uno en su puesto esperando a recibir a los clientes.
- Los 4 clientes se esperarán a la entrada.

Como se ha mencionado anteriormente, habrá una primera hora dentro de la primera simulación en la que el profesor debe explicar cómo funciona la pastelería, y los alumnos van a ir practicando cada uno su rol. Los últimos 10 o 15 min, con ayuda de los cronómetros se toman unos tiempos medios de cada operación.

Además, como se ha mencionado al principio del manual, como se hacen pedidos de fábrica se tiene que tener en cuenta que hay 20 % de desperdicio que se pierde.

4.6.1 Tiempos estimados

Para esta primera simulación se estiman unos tiempos más o menos como los siguientes, que aparecen recogidos en la tabla 2:

	Acción	Tiempo (seg)
1	Desplazamiento cliente + realizar pedido	20
2	Desplazamiento a la nevera	15
3	Colocación en la caja correspondiente	40
4	Entrega al Cliente	10
5	Cobro al cliente + Salida del cliente de la tienda	20
	TOTAL	105

Tabla 2. Tiempos en la primera simulación

Sumando un tiempo total de preparación de media de la tarta de 105 s.

En esta primera simulación se va a trabajar bajo un volumen de demanda para cada uno de los puestos, esta demanda se recoge en la tabla 3:

Simulación 1: Venta prefabricada				
	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
Número de unidades	20	21	19	20
Total de unidades	80			

Tabla 3. Demanda en la primera simulación

De los 4 alumnos que hacen de clientes, cada uno debe ir siempre al mismo puesto a pedir, y en cada viaje pedir solo una tarta. Fuera de la zona de la tienda habrá unas estanterías en las que los alumnos con el rol de clientes dejarán dichos pedidos.

4.6.2 Preparativos

Materiales necesarios: En cada puesto de trabajo tiene que haber una caja registradora, papel y bolígrafo y las cajas para meter las tartas. Habrá un congelador al que puede acceder los trabajadores. Para los cronometradores debe haber 4 cronómetros y papel y bolígrafo, cada uno se situará al lado de la persona a la que tiene que cronometrar. Además, fuera de la zona de la pastelería habrá una estantería donde se dejen los pedidos

La distribución de la zona quedará como muestra la ilustración 32:

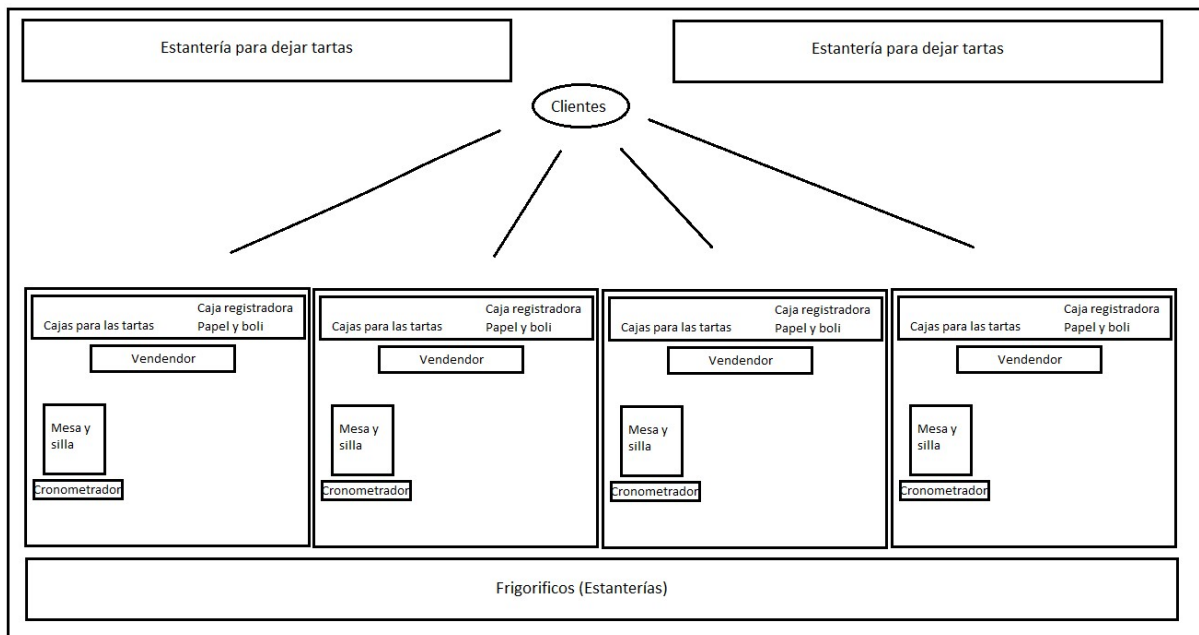


Ilustración 32. Croquis de la distribución de la pastelería. Simulación 1

En la ilustración 33 se puede ver el detalle ampliado de uno de los puestos:

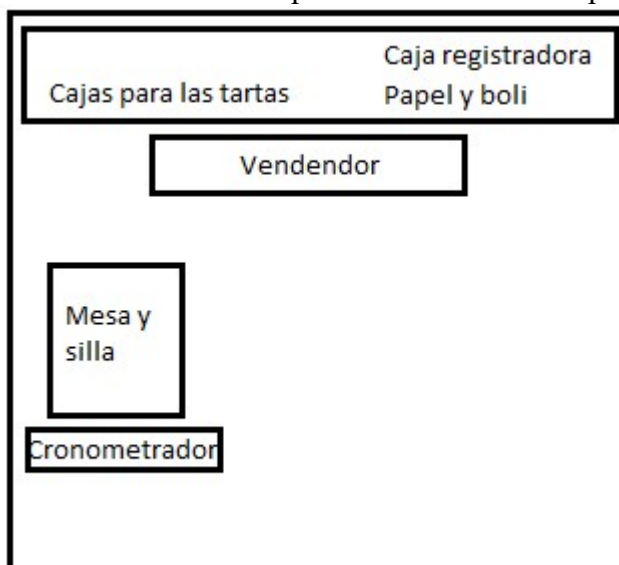


Ilustración 33. Detalle de uno de los puestos

En cada puesto debe estar listo el material necesario para el vendedor (Caja registradora, cajas de las tartas, papel y bolígrafo) y para el cronometrador (Mesa, silla, papel y bolígrafo) Será el profesor encargado el que deba verificar que todos los materiales necesarios están preparados antes de empezar la simulación.

A cada alumno que vaya a hacer de cliente se le deben de dar varios billetes de 5, 10, 20 y 50€ para que pueda realizar el paso de pagar. Además, se debe verificar que la caja registradora tiene billetes para poder dar los cambios necesarios.

4.6.3 Datos económicos

Para esta simulación se tiene estos datos económicos que aparecen en la tabla 4 con los que los alumnos deben calcular los beneficios obtenidos:

	€
PVP	35
Precio de compra a la fabrica	25
Costes de almacenaje y transporte	100

Tabla 4. Precios y costes de la primera simulación

4.6.4 Objetivos

Con estos datos los alumnos tendrán que simular durante 1h la pastelería y luego calcular beneficios teniendo en cuenta que en esta simulación se estima un 20% de desperdicio y los precios de compra y venta expuestos en la tabla 4.

Además, los cronometradores deben completar la tabla 5 de tiempos tomados, para un posterior análisis.

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 5. Tabla de tiempos simulación 1

Al acabar la simulación el profesor debe entregar la tabla 6 a los alumnos para que entre todos la rellenen:

Preguntas	Respuestas
¿Qué ha ido bien?	
¿Qué ha ido mal?	
¿Qué se puede mejorar?	
Conclusiones	
Otras observaciones	

Tabla 6. Tabla de preguntas simulación 1

Para pasar a la siguiente fase, a los alumnos se les plantea la siguiente pregunta:

-¿Cómo se podría reducir algo o todo el desperdicio y los costes fijos?

Si los alumnos no llegan solos a la respuesta de esta pregunta, el profesor debe ir guiando a los alumnos hacia la solución que se propone en el apartado 4.9 Resultados esperados del juego)

El profesor debe hacer hincapié en aquellos aspectos que crea convenientes para guiar a los alumnos hacia la siguiente simulación sabiendo que se va a aplicar JIT, intentando hacer ver a los alumnos el gran volumen de desperdicio que se genera cuando se fabrica / compra antes de que lleguen los pedidos.

4.7 Segunda simulación– Aplicación JIT

En esta segunda ronda se va a aplicar la filosofía “Just-in-time” es decir, en este caso no habrá que tener en cuenta ni transportista ni los pedidos a fábrica ni los desperdicios ya que se considera que solo se fábrica bajo pedido y no hay pérdidas.

Para este segundo supuesto vamos a considerar que al tener que fabricarlo al momento el número de pedidos atendidos es menor, y en este caso se tienen en cuenta los gastos de mantenimiento de utensilios como gastos fijos.

Además, el flujo de trabajo de cara a los trabajadores es el siguiente:

Cada empleado le toma el pedido a una persona, le prepara el pedido desde cero, se lo entrega y le cobra.

Serán los propios alumnos quienes fabricarán la tarta y para ello deben seguir rigurosamente los pasos indicados en las fichas de operación, adjuntas al final de este capítulo. A continuación, se explica con más detalle cada uno de los pasos:

Paso 1: Creación de la base: se debe colocar la plastilina encima del molde simulando la base. Tiene que quedar lisa y de un grosor más o menos uniforme.

Paso 2: Se amasa la masilla en un bol hasta que quede más o menos homogénea.

Paso 3: Con ayuda de la espátula se añade la masilla encima de la base anteriormente creada.

Paso 4: Se añaden las virutas de decoración.

Paso 5: Se quita el molde.

4.7.1 Tiempos estimados

En esta simulación se estiman los siguientes tiempos (El resto de los tiempos que ya había en la primera simulación se consideran invariables (realizar pedido, entrega del pedido, cobrar etc)), que aparecen recogidos en la tabla 7:

	Acción	Tiempo (seg)
1	Desplazamiento cliente + realizar pedido	20
2	PASO 1-base	150
3	PASO 2-relleno	270
4	PASO 3-añadir el relleno	50
5	PASO 4-añadir decoración	18
6	PASO 5-quitar molde	15
7	Colocación en la caja correspondiente	40
8	Entrega al Cliente	10
9	Cobro al cliente + Salida del cliente de la tienda	20
	TOTAL	593

Tabla 7. Tiempos segunda simulación

Teniendo en cuenta que en esta simulación cada pedido conlleva 593s, se trabaja con una demanda menor, recogida en la tabla 8:

Simulación 2: JIT				
	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
Número de unidades	6	6	6	6
Total de unidades	24			

Tabla 8. Demanda en la segunda simulación

4.7.2 Preparativos

Materiales necesarios: En cada puesto de trabajo tiene que haber un molde, plastilina, masilla para poder hacer las tartas necesarias, virutas para la decoración y cuaderno y bolígrafo para anotar los pedidos y una mesa para elaborar la tarta. Cada cronometrador dispondrá de un cronometro y papel y bolígrafo para anotar los tiempos. Además de la caja registradora que ya había en cada puesto anteriormente.

La distribución de la tienda no varía respecto a la simulación anterior, la única diferencia es que no será necesario los frigoríficos.

La distribución de la zona quedará como muestra la ilustración 34:

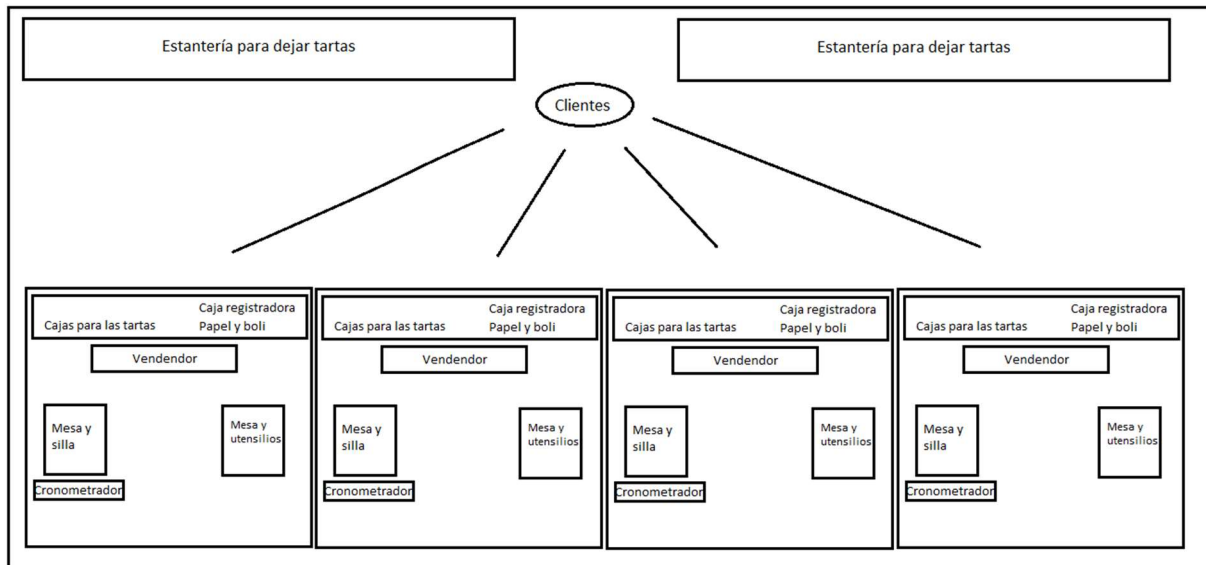


Ilustración 34. Croquis de la distribución de la pastelería. Simulación 2

En la ilustración 35 se puede ver el detalle ampliado de uno de los puestos:

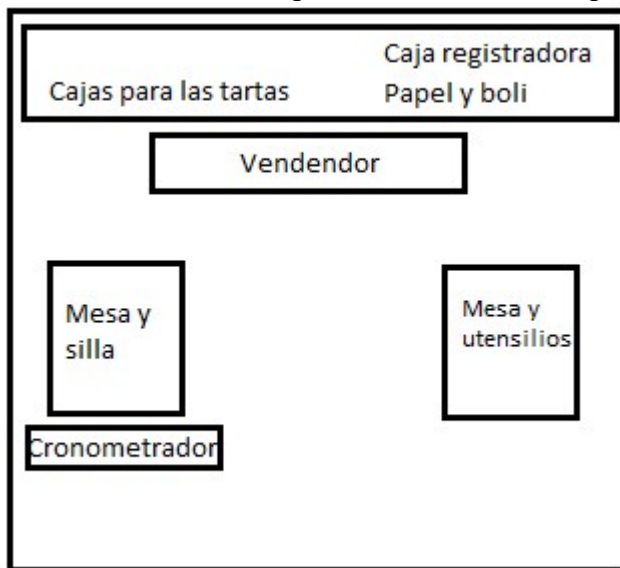


Ilustración 35. Detalle de uno de los puestos

A cada alumno que vaya a hacer de cliente se le deben de dar varios billetes de 5, 10, 20 y 50€ para que pueda realizar el paso de pagar. Además, se debe verificar que la caja registradora tiene billetes para poder dar los cambios necesarios. Y a los que trabajen en el puesto de vendedor, se les debe entregar la ficha de operación para que sepa los pasos a seguir para la elaboración de las tartas.

4.7.3 Datos económicos

Para esta simulación se tiene estos datos económicos que aparecen en la tabla 9 con los que los alumnos deben calcular los beneficios obtenidos:

	€
PVP	35
Precio de materia prima/unidad	15
Costes fijos utillaje	20

Tabla 9. Precios y costes en la segunda simulación

En esta simulación aparece un nuevo coste que es el de utillaje. Este coste está calculado para cada simulación.

4.7.4 Objetivos

Con estos datos los alumnos tendrán que simular durante 1h la pastelería y luego calcular beneficios teniendo en cuenta los datos económicos de compra y venta expuestos en la tabla anterior.

Se pide:

- Calcular si es posible responder a la demanda.
- Calcular beneficios teniendo en cuenta los datos dados en la tabla 9.

Además, los cronometradores deben completar la tabla 10 de tiempos tomados, para un posterior análisis.

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 10. Tabla tiempos simulación 2

Al acabar la simulación el profesor debe entregar la tabla 11 a los alumnos para que entre todos la rellenen:

Preguntas	Respuestas
¿Qué ha ido bien?	
¿Qué ha ido mal?	
¿Qué se puede mejorar?	
Conclusiones	
Otras observaciones	

Tabla 11. Tabla de preguntas simulación 2

Para pasar a la siguiente fase, a los alumnos se les plantea la siguiente pregunta:

-¿Qué aspectos se pueden seguir mejorando? (Si los alumnos no llegan solos a la respuesta de esta pregunta, el profesor debe ir guiando a los alumnos hacia la solución que se propone en el apartado 4.9 Resultados esperados del juego)

El profesor debe hacer hincapié en aquellos aspectos que crea convenientes para guiar a los alumnos hacia la siguiente simulación sabiendo que se va a aplicar 5s y Kanban , intentando hacer ver a los alumnos que estandarizando y fabricando por lotes se puede reducir tiempos y aumentar la productividad y con ello los beneficios.

4.8 Tercera simulación: Aplicación de 5s y método Kanban

Para esta tercera ronda, se va a cambiar totalmente el flujo de trabajo, teniendo en cuenta que contamos con 4 empleados, se va a dividir el espacio de trabajo en 4 zonas, donde cada cual se va a especializar en una de las zonas. De igual forma que en los casos anteriores, habrá 4 alumnos que serán clientes y otros 4 que se encargarán de cronometrar a los trabajadores.

En esta ronda, se va a aplicar las 5s, la idea de esta simulación es que se van a repartir las tareas para que cada persona haga un trabajo estándar y tenga que hacer siempre las mismas tareas. (Explicado en detalle en la siguiente sección)

Al igual que en la simulación 2, serán los propios alumnos quienes fabricarán la tarta y para ello deben seguir rigurosamente los pasos indicados en las fichas de operación, adjuntas al final de este capítulo.

Además, al estar divididos por puestos de trabajo específicos, cada puesto de trabajo contará únicamente con los utensilios necesarios para su trabajo, eliminando así tiempos improductivos de búsqueda de utensilios.

Se va a dividir el espacio en 4 zonas de trabajo, en las que se llevarán a cabo las distintas fases de la fabricación, tal y como se indica a continuación:

Zona 1: Toma de pedidos, entrega de pedidos una vez hechos y cobros. Esta zona la llevará una sola persona que se encargará de tomar nota y pasar la nota al tablero Kanban para que en la zona 2 y 3 se comenzará a preparar lo necesario para cada pedido. Además, esta persona será la encargada de recoger los pedidos de la mesa de “acabados” prepararla para entregarla al cliente y cobrársela.

Zona 2: Zona donde se prepara la base del pedido, en esta zona se localizarán los ingredientes y utensilios necesarios para la realización de la base de las tartas. Una vez hecho esta persona lo debe llevar a la zona 4.

Zona 3: Zona donde se hará el relleno de la tarta. La zona 3 puede empezar a trabajar a la vez que la zona 2.

Zona 4: Una vez el relleno esté preparado, en esta zona se coloca encima de la base de galleta preparada en la zona 2. (Tienen que estar acabados los trabajos de las zonas 2 y 3) Además, se le añade la decoración y se le quita el molde. Una vez la tarta esta lista en la zona 4, la persona de la zona 1 debe ir a recoger la tarta cuando ya esté lista para prepararla y poder entregarla al cliente. Para este último paso se va a ayudar del método Kanban.

Así mismo antes de empezar la simulación y al acabar se debe de limpiar el puesto y los utensilios garantizando así un puesto de trabajo limpio.

Para simplificar los cálculos vamos a suponer que a lo largo de cada hora entra el número de pedidos que se nos indica, pero sin saber exactamente en qué momento, se supone que algo más o menos equidistribuido, lo que se busca en esta parte de la simulación es ver la ocupación de las zonas por horas, de manera global.

4.8.1 Tiempos estimados

A continuación, en la tabla 12, se detallan los tiempos que se han determinado por etapa y producto:

Para esta simulación se ha decidido trabajar con lotes de 3 para reducir los tiempos de la preparación del relleno y de la base, ya que se puede preparar la cantidad necesaria para 3 a la vez optimizando tiempo.

Otros tiempos como tomar nota o meter en la caja la tarta se han multiplicado x3 respecto a los tiempos que teníamos en la segunda simulación. En la tabla 12 quedan expuestos los tiempos que se van a necesitar para cada lote de 3:

	Operación	tiempo (seg)
1	Desplazamiento cliente + realizar pedido	60
2	PASO 1-base	250
3	PASO 2-relleno	400
4	PASO 3-añadir el relleno	150
5	PASO 4-añadir decoración	54
6	PASO 5-quitar molde	45
7	Colocación en la caja correspondiente	120
8	Entrega al Cliente	30
9	Cobro al cliente + Salida del cliente de la tienda	60
	Tiempo total	1169

Tabla 12. Tiempos simulación 3

Nota: En el tiempo total se esta considerando que el paso 1 y 2 se hacen consecutivamente aunque se puede comenzar al mismo tiempo.

Tiempos de desplazamientos a tener en cuenta:

Del puesto 2 al puesto 4 y viceversa: 10 segundos de ida + vuelta.

Del puesto 1 al puesto 4 y viceversa: 20 segundos de ida+ vuelta.

El traslado de cualquier producto intermedio entre dos puestos que estén seguidos no se considera como desplazamiento ya que al estar seguidos los puestos se entiende que la persona no se tiene que desplazar, que simplemente con un ligero movimiento de brazo es suficiente, ese tiempo se desprecia.

Como resumen:

Puesto 1 → Toma nota, una vez está la tarta preparada la coloca en la caja correspondiente, se la entrega al cliente y la cobra.

Puesto 2 → Preparación de la base, una vez acabada se lleva al puesto 4.

Puesto 3 → Preparación del relleno, una vez acabado se lleva al puesto 4.

Puesto 4 → Introduce el relleno encima de la base, añade la decoración y quita el molde, le devuelve el molde al de la base. (puesto 2)

4.8.2 Preparativos

Materiales necesarios: En este caso, los materiales se reparten por zonas, como se indica a continuación:

Zona 1: En esta zona se sitúa la caja registradora. Además, se necesita papel, bolígrafo y cajas para colocar las tartas para la entrega a los clientes.

Zona 2: Plastilina y molde.

Zona 3: Masilla y bol.

Zona 4: Espátula y las virutas de decoración.

Además, en esta ronda se va a contar con un tablero Kanban para ver el estado de las tareas. Es un tablón dividido en 3 secciones, con el formato que se muestra a en la ilustración 36:

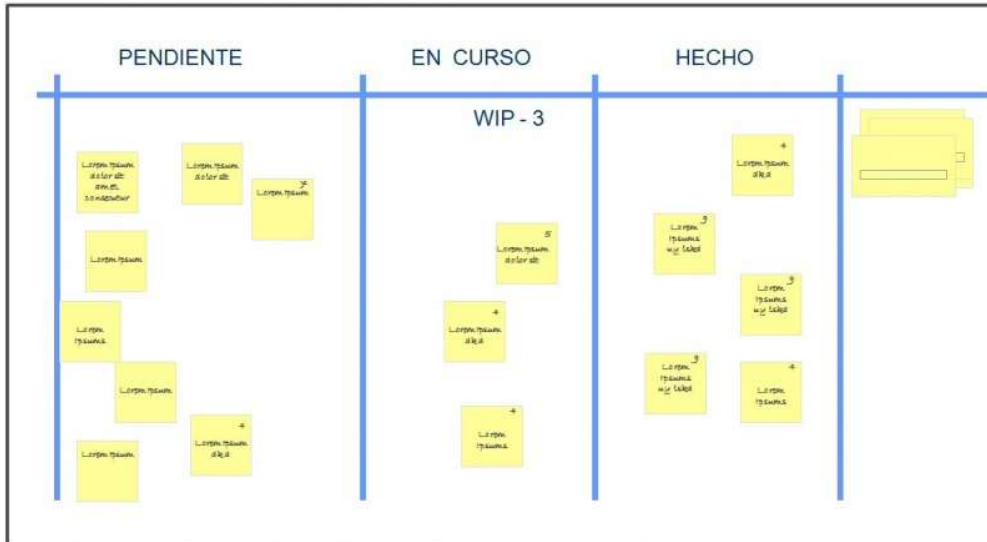


Ilustración 36. Tablero KANBAN

Este tablón está dividido en varias columnas y en cada columna se colocarán las tarjetas que corresponden a cada uno de los pedidos. Es decir, si el pedido número 3 está aun sin empezar habrá una tarjeta en la columna de pendientes que ponga “Pedido n3” y el detalle de que lleva el pedido.

La idea es que este tablón esté al alcance y a la vista de todos los empleados para que puedan fácilmente saber el estado de cada tarea o pedido, hay 3 columnas bien diferenciadas:

- Pendiente/To Do: Aquí se colocarán los pedidos que aun estén sin empezar.
- En curso /Doing: Aquí se colocarán los pedidos que estén en proceso de fabricación.
- Hecho /Done: En esta columna se colocará la tarjeta de los pedidos acabados cuando solo les falte el empaquetado final antes de la entrega.

Se harán tarjetas con el número del pedido (pedido 1, 2, 3...)

Primero la persona que toma el pedido pega la tarjeta en la zona “Pendientes”. Cuando la persona encargada de hacer la base comienza con ese pedido, mueve la tarjeta de “Pendientes” a la zona de “En curso”. Igualmente, cuando la persona encargada de los retoques finales termina mueve el papel a “Done” y la persona situada en la zona 1 puede saber con un simple vistazo que ya puede ir a recogerlo y prepararlo para entregarlo al cliente.

En la ilustración 37 se representa cómo debe quedar la distribución de la pastelería para este caso:

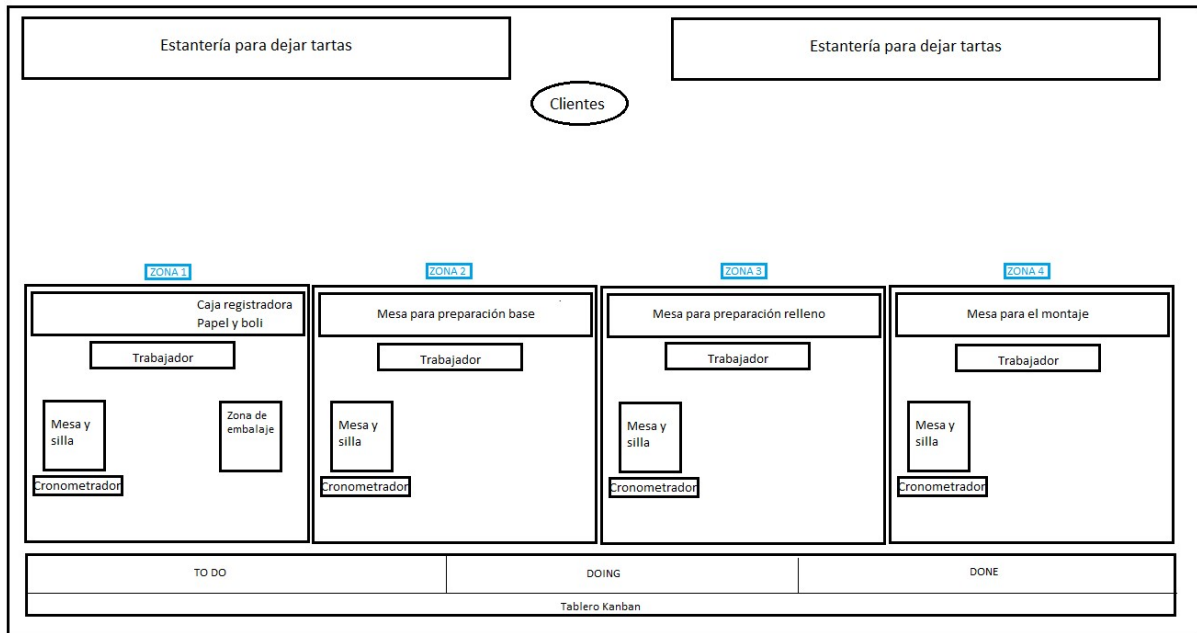


Ilustración 37. Croquis de distribución. Simulación 3

En este caso los clientes solo irán a la zona 1, allí hacen el pedido y allí esperan a que se les entreguen, en la ilustración 38 se puede ver con diferentes colores los flujos de movimiento que siguen la tarta (representado en naranja) y el molde (representado en azul):

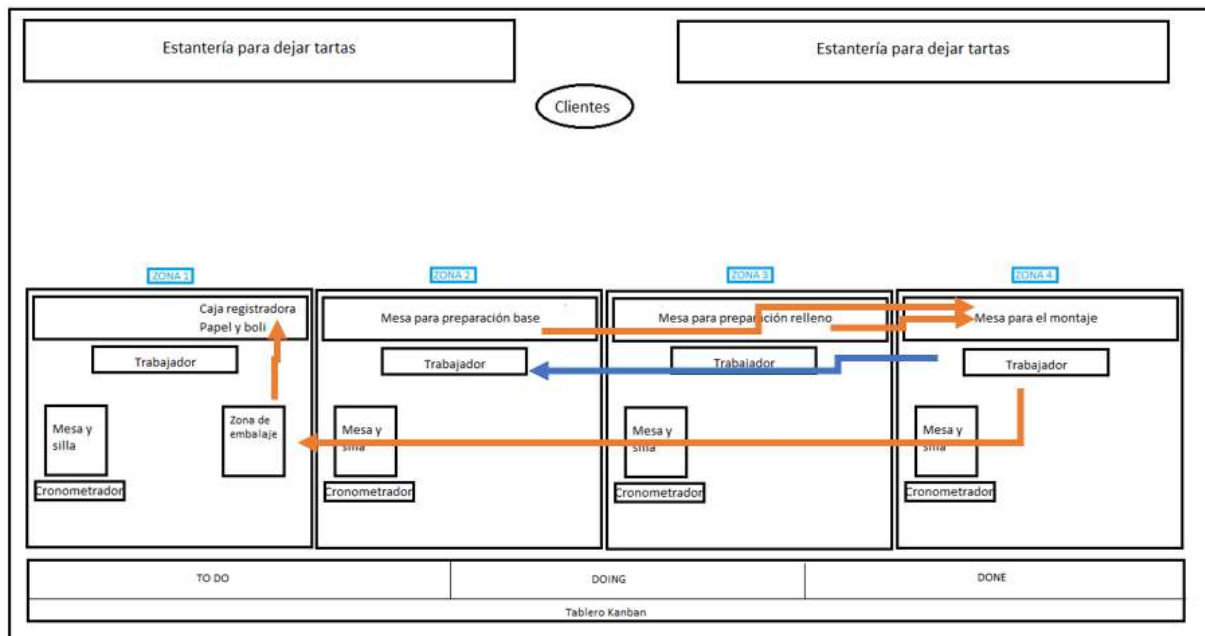


Ilustración 38. Croquis con los flujos. Simulación 3

Además, se mantienen en cada uno de las zonas habrá un cronómetro, al igual que en las otras simulaciones para la medida de tiempos. En esta simulación solo habrá una caja registradora, que como ya se ha comentado anteriormente quedará en la zona 1.

A cada alumno que vaya a hacer de cliente se le deben de dar varios billetes de 5, 10, 20 y 50€ para que pueda realizar el paso de pagar. Además, se debe verificar que la caja registradora tiene billetes para poder dar los cambios necesarios. Y a los que trabajen en el puesto de vendedor, se les debe entregar la ficha de operación para que sepa los pasos a seguir para la elaboración de las tartas.

4.8.3 Datos económicos

En esta simulación los costes fijos y variables y precios de venta serán los mismos que en la simulación 2. Pero en esta ronda, como ya se ha comentado anteriormente vamos a centrarnos en optimización de tiempos. Igualmente se deben calcular los beneficios obtenidos, teniendo en cuenta los datos que aparecen en la tabla 13:

	€
PVP	35
Precio de materia prima/unidad	15
Costes fijos utillaje	20

Tabla 13. Precios y costes en la tercera simulación

Al igual que en la simulación anterior, hay que tener en cuenta el coste de utillaje. Este coste está calculado para cada simulación.

4.8.4 Objetivos

Con estos datos los alumnos tendrán que simular durante 1h la pastelería y luego calcular beneficios teniendo en cuenta los datos expuestos en la tabla 13.

Además, los cronometradores deben completar la tabla 14 de tiempos tomados, para un posterior análisis.

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 14. Tabla de tiempos simulación 3

Se pide que entre todos los alumnos:

-Determinar cuántos lotes será posible sacar en una hora con estos tiempos y calcular beneficios
Al acabar la simulación el profesor debe entregar la tabla 15 a los alumnos para que entre todos la rellenen:

Preguntas	Respuestas
¿Qué ha ido bien?	
¿Qué ha ido mal?	
¿Qué se puede mejorar?	
¿Qué operación limita más?	
Conclusiones	
Otras observaciones	

Tabla 15. Tabla de preguntas simulación 3

Si los alumnos no llegan solos a la respuesta de esta pregunta, el profesor debe ir guiando a los alumnos hacia la solución que se propone en el apartado 4.9 Resultados esperados del juego) El profesor debe hacer hincapié en aquellos aspectos que crea convenientes para guiar a los alumnos hacia la siguiente simulación sabiendo que se va a aplicar JIT, intentando hacer ver a los alumnos el gran volumen de desperdicio que se genera cuando se fabrica / compra antes de que lleguen los pedidos.

(Si los alumnos no llegan solos a la respuesta de esta pregunta, el profesor debe ir guiando a los alumnos hacia la solución que se propone en el capítulo 4.9 Resultados esperados del juego)

4.9 Resultados esperados del juego

En esta sección vamos a ver las soluciones de cada una de las simulaciones, las pistas que debe dar a los alumnos, etc

4.9.1 Solución primera simulación

4.9.1.1 *Objetivos*

Los objetivos de esta primera simulación es que los alumnos se den cuenta de la cantidad de desperdicios económicos y la monotonía del trabajador al realizar una tarea tan simple e igual durante toda la simulación y que gracias a la simulación sean capaces de llegar a una solución próxima a la propuesta para pasar a la siguiente etapa.

4.9.1.2 Resultados

Tras la situación inicial de partida, se debe llegar a la siguiente conclusión:

Se puede ver que hay una demanda bastante elevada y equilibrada entre los puestos de trabajo (se ha supuesto un caso en el que cada cliente pide al mismo puesto durante toda la hora de simulación).

Para ver si se podrán llegar a estos objetivos, se ha calculado el tiempo de ocupación que tendría cada uno de estos puestos a lo largo de esta hora (Suponiendo que los pedidos no llegan todos al mismo tiempo), recogidos en la tabla 16

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 16. Tiempo simulación 1 - resultado

Con estos resultados se puede observar que efectivamente se podría cumplir con la demanda perfectamente, ya que la persona que más tiempo trabaja son 36'75 min de 60, es decir hay mucho tiempo en que lo operarios están sin hacer nada y se aburrirán.

A continuación, en la tabla 17, se exponen los resultados obtenidos en esta simulación teniendo en cuenta que en este supuesto tenemos unos gastos fijos asociados al transporte de la mercancía y al almacenamiento, así como un 20% del producto que sobra por falta de demanda.

PVP	35 €
Precio de compra a la fabrica	25 €
Costes de almacenaje y transporte	100 €
Desperdicio 20% del total de unidades	16 unidades
Beneficios	300 €

Tabla 17. Beneficios simulación 1

Se puede apreciar que los gastos más altos son los derivados de tener que comprar las tartas prefabricadas (la propia compra más transporte y almacenaje)

4.9.1.3 Conclusiones

Gracias a esta simulación los alumnos deben llegar a darse cuenta de que comprar las tartas conlleva unos gastos derivados de los desperdicios que son muy altos y hay que buscar la manera de reducirlos. También que hay mucho tiempo muerto en el que los trabajadores no

hacen nada y el trabajo que hacen es muy repetitivo y monótono, esto a la larga es poco motivante para los empleados.

4.9.1.4 Paso a la siguiente simulación

Como solución se propone que, en lugar de pedir a una fábrica, se produzca en el momento en que es demandado, reduciendo así enormemente los costes tanto de transporte y almacenaje como los gastos asociados al coste de comprar el producto ya hecho.

En consecuencia, se tendrán nuevos gastos (materia prima) y viendo que ha sobrado tiempo, se va a cambiar la forma de trabajar y se va a aumentar el tiempo por pedido.

4.9.2 Solución segunda simulación

4.9.2.1 Objetivos

Los objetivos de esta simulación es mejorar los puntos débiles encontrados en la anterior simulación, partiendo de la producción de las tartas en lugar de la realización de la compra a terceros, para poder fabricar solo lo demandado por el cliente reduciendo así los desperdicios de los excedentes, aplicando la metodología Just in Time. Gracias a esta simulación también los alumnos deben encontrar los problemas que se dan en una cadena de producción y proponer una solución para seguir mejorando.

4.9.2.2 Resultados

Tras el cambio de forma de trabajo, tiempos y demanda, lo primero que se debe hacer es calcular si es posible llegar a cubrir la demanda con los tiempos dados, recogidos en la tabla 18:

Tiempo ocupación	Tiempo (seg)	tiempo (min)
Tiempo actividad puesto 1	3558	59,3
Tiempo actividad puesto 2	3558	59,3
Tiempo actividad puesto 3	3558	59,3
Tiempo actividad puesto 4	3558	59,3

Tabla 18. Tiempo simulación 2 - resultado

Se puede observar que, si es posible cumplir con la demanda, pero en este caso nos encontramos con que los trabajadores apenas van a poder parar en toda la hora y que hay muy poco margen de fallo, en el momento que alguien se retrase un poco no llegaría al objetivo.

A continuación, en la tabla 19, se pueden ver los beneficios calculados con los datos de esta simulación:

	€
PVP	35
Precio de compra de materia prima	15
Costes fijos de utillaje	20
Beneficios	460

Tabla 19. Beneficios simulación 2

Se puede ver claramente como ha aumentado considerablemente los beneficios a pesar de que el número de tartas vendidas es mucho menor. Además del aumento de calidad derivado de que son productos frescos y recién hechos y no prefabricados.

Ahora interesaría buscar la manera de reducir los tiempos de trabajo para poder aumentar el número de unidades sin empeorar la calidad de trabajo de los empleados.

4.9.2.3 Conclusiones

Gracias a esta simulación los alumnos deben llegar a darse cuenta de que se pueden obtener más beneficios habiendo vendido menos unidades, simplemente reduciendo costes y desperdicios.

Además, deben darse cuenta de que el tiempo está muy ajustado y hay que buscar la manera de reducir esos tiempos.

4.9.2.4 Paso a la siguiente simulación

Como solución se propone trabajar por lotes e implementar la metodología 5S y el tablero KANBAN para trabajar de una forma más estándar agilizando así algunos pasos y poder reducir tiempos, y gracias al tablero KANBAN llevar un seguimiento más ágil del estado de las tareas.

4.9.3 Solución tercera simulación

4.9.3.1 Objetivos

Los objetivos de esta simulación es mejorar los puntos débiles encontrados en la anterior simulación, gracias al método 5s tendremos un sistema estandarizado, limpio y ordenado que permitirá producir por lotes de manera eficiente y además eliminar tiempos improductivos de tareas como buscar los útiles necesarios ya que cada puesto de trabajo contará únicamente con los utensilios necesarios para su trabajo.

4.9.3.2 Resultados

Tiempos de desplazamientos a tener en cuenta:

La persona en el puesto 2 se desplaza al puesto 4 y vuelve a su puesto = 10 s

La persona en el puesto 4 debe desplazarse al puesto 2 a devolver el molde y luego volver a su puesto de trabajo: 10 segundos)

La persona en el puesto 1 se desplaza hasta el puesto 4 para coger la tarta y vuelve a su puesto: 20 segundos. En la tabla 20 se encuentra un resumen de que actividad se realiza en cada puesto y el tiempo que lleva la ejecución de las tareas, de los desplazamientos y de la suma de ambos.

	Tareas que realiza	tiempo (seg)	tiempos desplazamientos	Total
Puesto 1	1, 7, 8 y 9	270	20	270
Puesto 2	2	250	10	260
Puesto 3	3	400		400
Puesto 4	4, 5 y 6	249	10	259

Tabla 20. Tiempo simulación 3 - resultado

Se aprecia claramente que los puestos 1 2 y 4 están equilibrados mientras que en el puesto 3 nos encontramos un tiempo bastante más elevado, con lo cual este puesto va a ser el cuello de botella y el que nos limite la velocidad de producción.

De esta forma la persona que esté en el puesto 3 siempre va a estar trabajando mientras que el resto de los puestos tendrán algún tiempo de espera.

Suponiendo el tiempo de ciclo según lo calculado, 400s obtenemos que en una hora se pueden fabricar 9 lotes de 3, es decir un total de 27 tartas.

Teniendo los mismos costes que en la simulación 2, tendríamos los siguientes beneficios, recogidos en la tabla 21:

PVP	35
Precio materia prima	15
Costes fijos de utillaje	20
Beneficios	520

Tabla 21. Beneficios simulación 3

Como se puede observar con los datos obtenidos, se ha mejorado la producción ya que en la anterior producción se hacían 24 y ahora se llega a producir hasta 27, También se puede observar que, frente a las otras simulaciones, en este caso nos encontramos con diversos desplazamientos de las personas y productos intermedios que anteriormente no había.

4.9.3.3 Conclusiones

Gracias a esta simulación los alumnos deben llegar a darse cuenta de que trabajando por lotes (tercera simulación) se consigue ahorro de tiempo y con ello se pueden fabricar más unidades en el mismo tiempo y sin reducir calidad.

También que al emplear métodos como 5s y tablero KANBAN se gana en efectividad a la hora de trabajar reduciendo tiempos improductivos.



4.10 Fichas de operación

En esta sección se encuentran las fichas de operación que el profesor debe dar a los alumnos tanto en la segunda simulación como en la tercera, así como una ficha explicativa con los detalles de que se debe hacer en cada paso.

Para la segunda simulación, así es la ficha de operación que el profesor puede imprimir tantas veces como considere necesario, se necesitan al menos 4 de cada para entregar a cada uno de los alumnos que hacen de vendedor (ver ilustración 39):

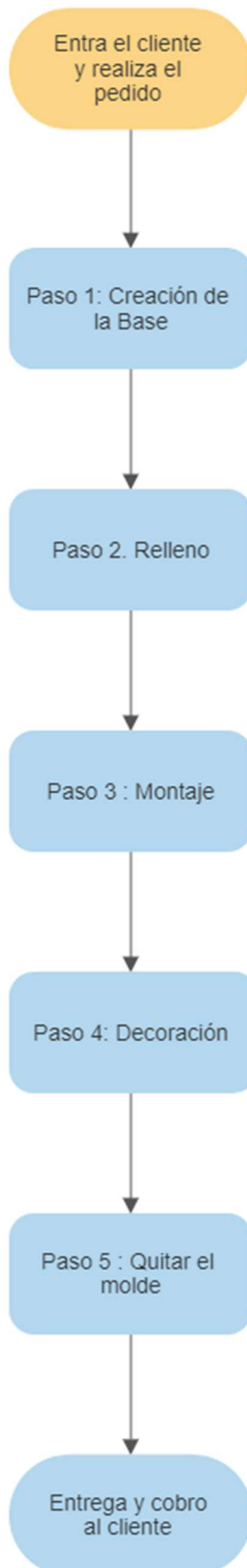


Ilustración 39. Ficha de operación para la simulación 2

A continuación, en la tabla 22 se encuentra una ficha suplementaria para entregar a los alumnos con los detalles de cada uno de los pasos para la simulación 2:

Descripción de los pasos	
PASO 1	Creación de la base: Se debe colocar la plastilina encima del molde simulando la base. Tiene que quedar lisa y de un grosor uniforme.
PASO 2	Se da forma a la masilla en un bol hasta que quede homogénea.
PASO 3	Con ayuda de la espátula se añade la masilla encima de la base anteriormente creada.
PASO 4	Decoración con virutas.
PASO 5	Desmoldar.

Tabla 22. Ficha de descripción de los pasos para la simulación 2

Y la ficha de operación de la tercera simulación, que también se necesitan al menos imprimir 4 copias (ver ilustración 40):

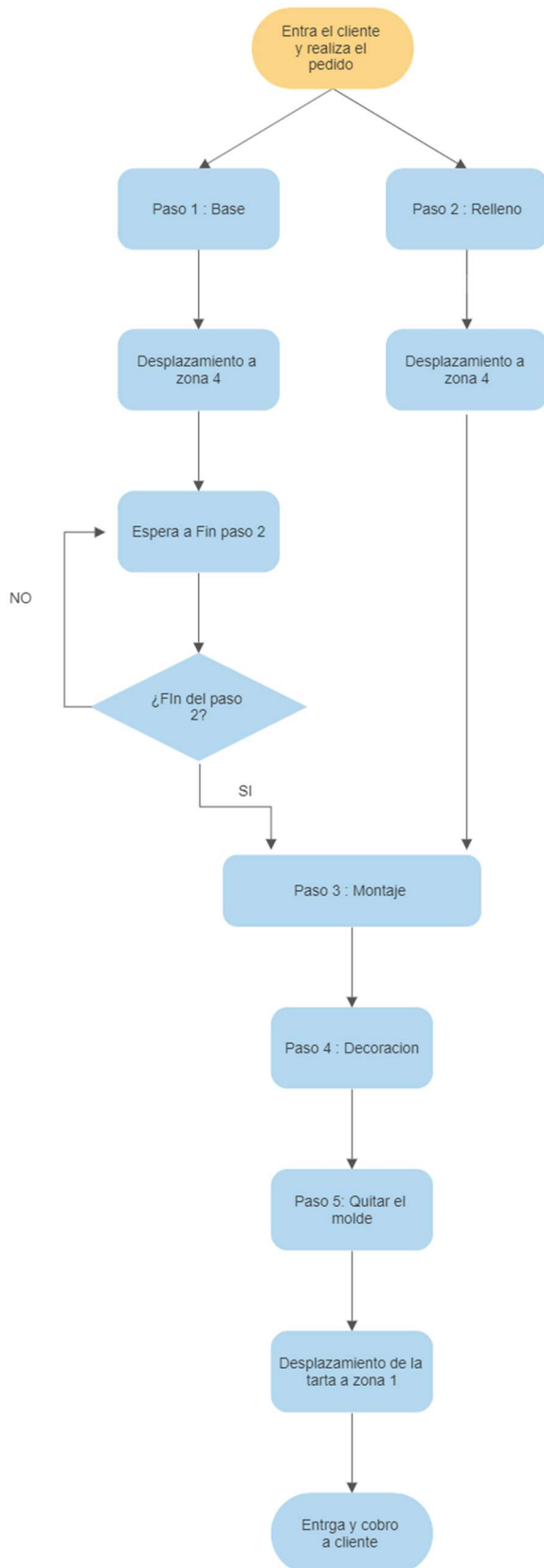


Ilustración 40. Ficha de operación para la simulación 3

A continuación, en la tabla 23 se encuentra una ficha suplementaria para entregar a los alumnos con los detalles de cada uno de los pasos para la simulación 3:

FICHA DE OPERACIÓN SIMULACION 3	
PASO 1	Creación de la base: Se debe colocar la plastilina encima del molde simulando la base. Tiene que quedar lisa y de un grosor uniforme, esta operación se lleva a cabo en la zona 2.
PASO 2	Se da forma a la masilla en un bol hasta que quede homogénea. Este paso se lleva a cabo en la zona 3.
PASO 3	Con ayuda de la espátula se añade la masilla encima de la base anteriormente creada. Este paso se lleva a cabo en la zona 4.
PASO 4	Decoración con virutas. Este paso se lleva a cabo en la zona 4.
PASO 5	Desmoldar. Este paso se lleva a cabo en la zona 4.

Tabla 23. Ficha de descripción de los pasos para la simulación 3

5 JUEGO PROPUESTO. MANUAL DE USUARIO (ALUMNOS)

Este capítulo es una adaptación del manual de profesor para el alumno (sin soluciones y sin las indicaciones de como guiar al alumno o como se debe preparar las simulaciones)

5.1 Introducción

Se trata de un juego que simula una pastelería con 4 puestos de trabajo. En la pastelería se va a realizar un solo tipo de tarta. Se van a realizar diferentes rondas en las cuales se irán introduciendo variaciones a la hora de fabricar, para explicar las siguientes herramientas Lean: JIT (Just in time), 5s y tablero Kanban.

A lo largo de este juego los alumnos participantes tienen que buscar la mejora en el sistema de producción, pasando por varias simulaciones. Habrá 3 rondas en las que los alumnos deberán encontrar las mejoras posibles y aplicarlas en la siguiente ronda. Al final de cada ronda deben hacer un estudio de beneficios y rellenar las tablas adjuntas en este manual, en cada una de las rondas.

Se realizarán mejoras entre producción y producción, mirando tanto la parte de beneficios económicos como la parte del confort de los trabajadores.

5.2 Descripción

Se trata de una pastelería que parte de una situación en la que las tartas se compran a un proveedor ya prefabricadas, con lo cual lo único que hace es mantenerlas en frío y una vez que van llegando los clientes las empaquetan y se las entregan al cliente.

Inicialmente se va a partir de una situación con gran volumen de pedidos que luego irá variando para mejorar la calidad tanto de los productos como de los trabajadores. Además, en cada una de las simulaciones se darán los costes y gastos de las tartas y el precio de venta para poder calcular el beneficio final en cada una de las simulaciones. Se buscará en cada una de las simulaciones mejorar tanto el beneficio económico como el confort de los trabajadores comparándolo con la simulación anterior.

En todas las simulaciones hay que tener en cuenta lo siguiente:

En el caso de que se compre en fábrica se tienen en cuenta gastos de almacenaje y transporte y además, se estima que de media se tiene un desperdicio del 20%, considerando que las cosas que no se venden deben ser tiradas al final del día. También se considera que en los casos que se fabrican los productos en la propia pastelería hay un gasto de mantenimiento de utensilios.

Los alumnos deberán intercambiar los roles entre simulación y simulación. Como veremos más adelante hay 3 roles (trabajador, cliente y cronometrador)

5.3 Roles de los alumnos

Para la realización de este juego vamos a partir de una pastelería, en la cual tenemos 4 trabajadores, todos ellos polivalentes (cualquiera puede hacer cualquier tarea dentro de la pastelería). Además, contaremos con 4 personas dedicadas exclusivamente a medir el tiempo, este rol se conoce como “cronometradores”.

Este papel que a priori puede parecer secundario, es de suma importancia ya que es la base para poder detectar los problemas, buscar las mejoras y avanzar entre las diferentes simulaciones. Es necesario que los cronometradores tomen bien los tiempos de ejecución de las diferentes operaciones para poder plantear las posibles soluciones a los problemas que se vayan encontrando.

Durante las diferentes simulaciones los alumnos cambiarán de rol para que todos pasen tanto por cronometradores como por trabajadores. El resto de los alumnos son los clientes. Será el profesor el que distribuya los papeles de la forma que considere más adecuada. En cada simulación el papel de cada alumno debe variar de tal manera que cada alumno realice cada uno de los papeles, siempre que el número de alumnos lo permita.

5.4 Situación inicial- Primera simulación

Para comenzar este juego se parte de la siguiente situación:

En la pastelería trabajan 4 personas, cada persona tiene un puesto del que no se mueve más que para ir a la nevera y lo único que hace es tomar nota, servir el pedido que ya ha sido comprado con anterioridad en una fábrica y cobrar al cliente, otras 4 personas serán encargadas de medir los tiempos de cada operación realizada (Cada uno controlará un puesto específicamente) y 4 personas harán de clientes.

Los alumnos se deben de colocar de la siguiente manera:

- Los 4 cronometradores tienen un puesto del que no se van a mover en toda la simulación.
- Los 4 empleados, empezarán la simulación cada uno en su puesto esperando a recibir a los clientes.
- Los 4 clientes se esperarán a la entrada.

Como se ha mencionado anteriormente, habrá una primera hora dentro de la primera simulación en la que el profesor debe explicar cómo funciona la pastelería, y los alumnos van a ir practicando cada uno su rol. Los últimos 10 o 15 min, con ayuda de los cronómetros se toman unos tiempos medios de cada operación.

5.4.1 Datos para la simulación

En esta primera simulación se va a trabajar bajo un volumen de demanda para cada uno de los puestos, esta demanda se recoge en la tabla 24:

Simulación 1: Venta prefabricada				
	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
Número de unidades	20	21	19	20
Total de unidades	80			

Tabla 24. Demanda en la primera simulación

Además, como se ha mencionado al principio del manual, como se hacen pedidos de fábrica se tiene que tener en cuenta que hay 20 % de desperdicio que se pierde.

De los 4 alumnos que hacen de clientes, cada uno debe ir siempre al mismo puesto a pedir, y en cada viaje pedir solo una tarta. Fuera de la zona de la tienda habrá unas estanterías en las que los alumnos con el rol de clientes dejarán dichos pedidos.

5.4.2 Objetivos

El objetivo de esta primera ronda es realizar la simulación conforme al volumen de pedidos dado, teniendo en cuenta la situación de partida para luego evaluar y ver qué cosas se podrían mejorar.

Se pide:

- Simular durante 1h la pastelería con el volumen de pedidos dado.
- Calcular beneficios teniendo en cuenta los datos que aparecen en la tabla 25:

	€
PVP	35
Precio de compra a la fabrica	25
Costes de almacenaje y transporte	100

Tabla 25. Precios y costes de la primera simulación

- Cuando se acabe la simulación los 4 cronometradores deben completar la tabla 26:

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 26. Tabla de tiempos simulación 1

- ¿Cómo se podría reducir algo o todo el desperdicio y los costes fijos?

5.5 Segunda simulación– Aplicación JIT

En esta segunda ronda se va a aplicar la filosofía “Just-in-time” es decir, en este caso no habrá que tener en cuenta ni transportista ni los pedidos a fábrica ni los desperdicios ya que se considera que solo se fábrica bajo pedido y no hay pérdidas.

Para este segundo supuesto vamos a considerar que al tener que fabricarlo al momento el número de pedidos atendidos es menor, y en este caso se tienen en cuenta los gastos de manutención de utensilios como gastos fijos.

Además, el flujo de trabajo de cara a los trabajadores es el siguiente:

Cada empleado le toma el pedido a una persona, le prepara el pedido desde cero, se lo entrega y le cobra.

Serán los propios alumnos quienes fabricarán la tarta y para ello deben seguir rigurosamente estos pasos:

Paso 1: Creación de la base: se debe colocarla plastilina encima del molde simulando la base. Tiene que quedar lisa y de un grosor más o menos uniforme.

Paso 2: Se amasa la masilla en un bol hasta que quede más o menos homogénea.

Paso 3: Con ayuda de la espátula se añade la masilla encima de la base anteriormente creada.

Paso 4: Se añaden las virutas de decoración.

Paso 5: Se quita el molde.

Para que sea más fácil la realización de estos pasos, los alumnos tienen a su disposición unas fichas de operación con el detalle de cada paso. Será el profesor quien distribuya dichas fichas.

5.5.1 Datos para la simulación:

En esta simulación se va a proponer una demanda menor, recogida en la tabla 27 :

Simulación 2: JIT				
	Puesto 1	Puesto 2	Puesto 3	Puesto 4
Número de unidades	6	6	6	6
Total de unidades	24			

Tabla 27. Demanda en la segunda simulación

5.5.2 Objetivos

Se pide:

- Calcular si es posible responder a la demanda.
- Calcular beneficios teniendo en cuenta los datos recogidos en la tabla 28:

	€
PVP	35
Precio de materia prima/unidad	15
Costes fijos utillaje	20

Tabla 28. Precios y costes en la segunda simulación

En esta simulación aparece un nuevo coste que es el de utillaje. Este coste está calculado para cada simulación.

-Cuando se acabe la simulación los 4 cronometradores deben completar la tabla 29:

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 29. Tabla de tiempos simulación 2

- ¿Qué aspectos se pueden seguir mejorando?

5.6 Tercera simulación: Aplicación de 5s y método Kanban

Para esta tercera ronda, se va a cambiar totalmente el flujo de trabajo, teniendo en cuenta que contamos con 4 empleados, se va a dividir el espacio de trabajo en 4 zonas, donde cada cual se va a especializar en una de las zonas. De igual forma que en los casos anteriores, habrá 4 alumnos que serán clientes y otros 4 que se encargarán de cronometrar a los trabajadores.

En esta ronda, se va a aplicar las 5s, la idea de esta simulación es que se van a repartir las tareas para que cada persona haga un trabajo estándar y tenga que hacer siempre las mismas tareas.

Además, al estar divididos por puestos de trabajo específicos, cada puesto de trabajo contará únicamente con los utensilios necesarios para su trabajo, eliminando así tiempos improductivos de búsqueda de utensilios.

Así mismo antes de empezar la simulación y al acabar se debe de limpiar el puesto y los utensilios garantizando así un puesto de trabajo limpio.

Para simplificar los cálculos vamos a suponer que a lo largo de cada hora entra el número de pedidos que se nos indica, pero sin saber exactamente en qué momento, se supone que algo más o menos equidistribuido, lo que se busca en esta parte de la simulación es ver la ocupación de las zonas por horas, de manera global.

Zona 1: Toma de pedidos, entrega de pedidos una vez hechos y cobros. En esta zona se sitúa la caja registradora.

Esta zona la llevará una sola persona que se encargará de tomar nota y pasar la nota al tablero Kanban para que en la zona 2 y 3 se comenzará a preparar lo necesario para cada pedido. Además, esta persona será la encargada de recoger los pedidos de la mesa de “acabados” prepararla para entregarla al cliente y cobrársela.

Materiales necesarios para esta zona: papel y bolígrafo, cajas para colocar las tartas para la entrega a los clientes y la caja registradora para realizar los cobros.

Zona 2: Zona donde se prepara la base del pedido, en esta zona se localizarán los ingredientes y utensilios necesarios para la realización de la base de las tartas. Una vez hecho esta persona lo debe llevar a la zona 4.

Materiales necesarios para esta zona: Plastilina y molde.

Zona 3: Zona donde se hará el relleno de la tarta, en esta zona se encontrarán colocados los ingredientes necesarios para la tarta y los utensilios. La zona 3 puede empezar a trabajar a la vez que la zona 2.

Materiales necesarios para esta zona: Masilla y bol.

Zona 4: Una vez el relleno esté preparado, en esta zona se coloca encima de la base de galleta preparada en la zona 2. (Tienen que estar acabados los trabajos de las zonas 2 y 3). Además, se le añade la decoración y se le quita el molde. Una vez la tarta esta lista en la zona 4, la persona de la zona 1 debe ir a recoger la tarta cuando ya esté lista para prepararla y poder entregarla al cliente. Para este último paso se va a ayudar del método Kanban.

Materiales necesarios para esta zona: Espátula y las virutas de decoración.

Además, en esta ronda se va a contar con un tablero Kanban para ver el estado de las tareas. Es un tablón dividido en 3 secciones, con el formato que se muestra en la ilustración 41:

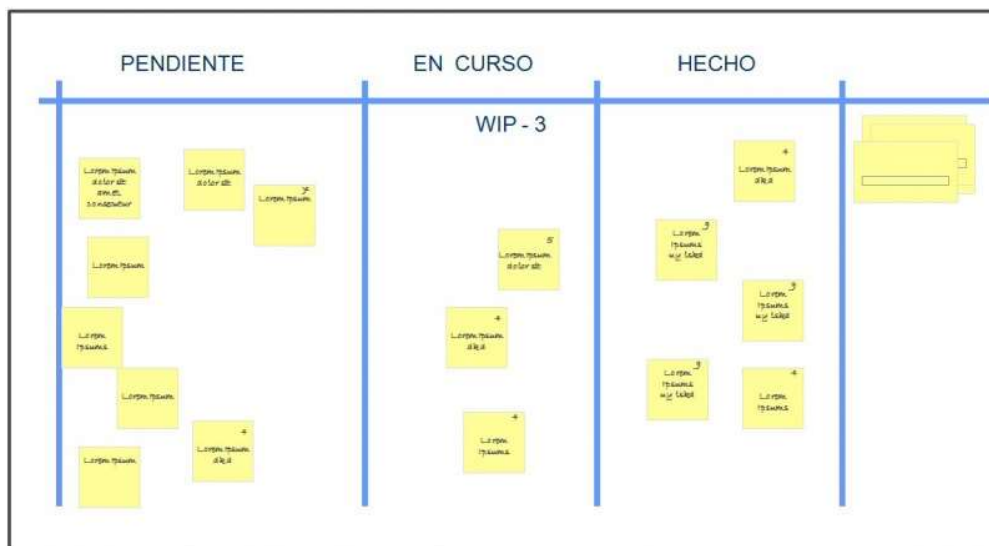


Ilustración 41. Tablero KANBAN

Este tablón está dividido en varias columnas y en cada columna se colocarán las tarjetas que corresponden a cada uno de los pedidos. Es decir, si el pedido número 3 está aún sin empezar habrá una tarjeta en la columna de pendientes que ponga “Pedido n3” y el detalle de que lleva el pedido.

La idea es que este tablón esté al alcance y a la vista de todos los empleados para que puedan fácilmente saber el estado de cada tarea o pedido, hay 3 columnas bien diferenciadas:

- Pendiente/To Do: Aquí se colocarán los pedidos que aun estén sin empezar.
- En curso /Doing: Aquí se colocarán los pedidos que estén en proceso de fabricación.
- Hecho /Done: En esta columna se colocará la tarjeta de los pedidos acabados cuando solo les falte el empaquetado final antes de la entrega.

Se harán tarjetas con el número del pedido (pedido 1, 2, 3...)

Primero la persona que toma el pedido pega la tarjeta en la zona “Pendientes”. Cuando la persona encargada de hacer la base comienza con ese pedido, mueve la tarjeta de “Pendientes”

a la zona de “En curso”. Igualmente, cuando la persona encargada de los retoques finales termina mueve el papel a “Done” y la persona situada en la zona 1 puede saber con un simple vistazo que ya puede ir a recogerlo y prepararlo para entregarlo al cliente.

En la ilustración 42 se puede ver con diferentes colores los flujos de movimiento que siguen la tarta (representado en naranja) y el molde (representado en azul):

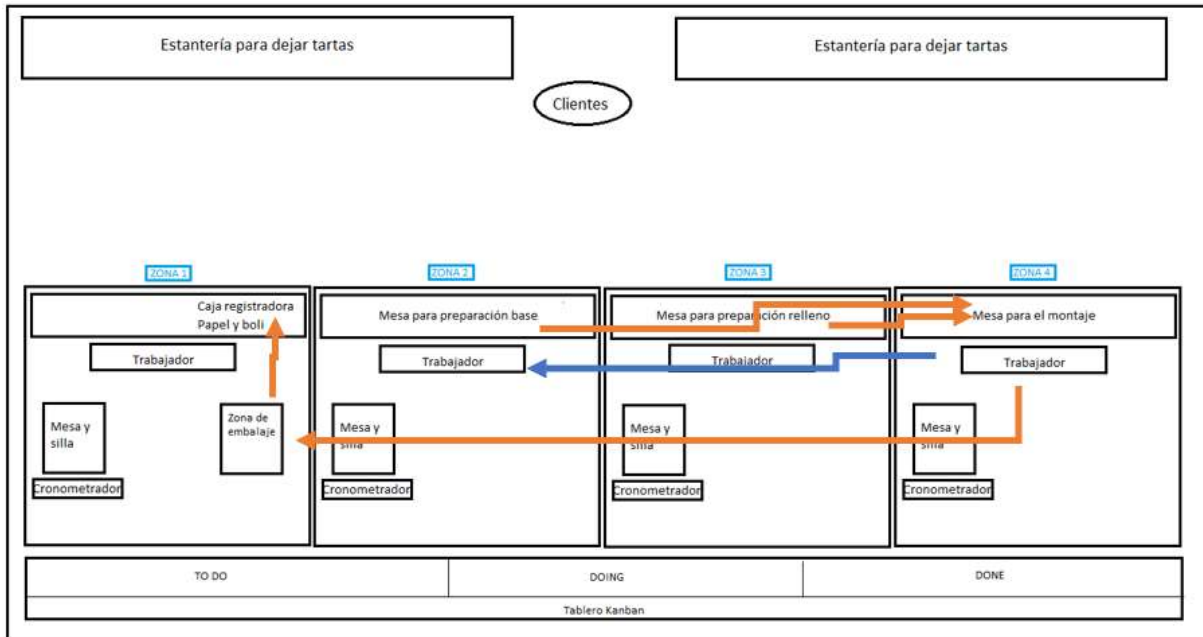


Ilustración 42. Croquis con los flujos. Simulación 3

En esta simulación los costes fijos y variables y precios de venta serán los mismos que en la simulación 2. Pero en esta ronda, como ya se ha comentado anteriormente vamos a centrarnos en optimización de tiempos.

A continuación, se detallan los tiempos que se han determinado por etapa y producto:

Para esta simulación se ha decidido trabajar con lotes de 3 para reducir los tiempos de la preparación del relleno y de la base, ya que se puede preparar la cantidad necesaria para 3 a la vez optimizando tiempo.

Otros tiempos como tomar nota o meter en la caja la tarta se han multiplicado x3 respecto a los tiempos que teníamos en la segunda simulación.

Para que sea más fácil la realización de estos pasos, los alumnos tienen a su disposición unas fichas de operación con el detalle de cada paso. Será el profesor quien distribuya dichas fichas.

5.6.1 Datos para la simulación

Tiempos de desplazamientos a tener en cuenta:

Del puesto 2 al puesto 4 y viceversa: 10 segundos de ida + vuelta.

Del puesto 1 al puesto 4 y viceversa: 20 segundos de ida+ vuelta.

El traslado de cualquier producto intermedio entre dos puestos que estén seguidos no se considera como desplazamiento ya que al estar seguidos los puestos se entiende que la persona

no se tiene que desplazar, que simplemente con un ligero movimiento de brazo es suficiente, ese tiempo se desprecia.

Como resumen:

Puesto 1 → Toma nota, una vez está la tarta preparada la coloca en la caja correspondiente, se la entrega al cliente y la cobra.

Puesto 2 → Preparación de la base, una vez acabada se lleva al puesto 4.

Puesto 3 → Preparación del relleno, una vez acabado se lleva al puesto 4.

Puesto 4 → Introduce el relleno encima de la base, añade la decoración y quita el molde, le devuelve el molde al de la base. (puesto 2)

5.6.2 Objetivos

-Se pide determinar cuántos lotes será posible sacar en una hora con estos tiempos y calcular beneficios, teniendo en cuenta los datos recogidos en la tabla 30:

	€
PVP	35
Precio de materia prima/unidad	15
Costes fijos utillaje	20

Tabla 30. Precios y costes en la tercera simulación

Al igual que en la simulación anterior, hay que tener en cuenta el coste de utillaje. Este coste está calculado para cada simulación.

-Cuando se acabe la simulación los 4 cronometradores deben completar la tabla 31:

Tiempo ocupación	t(seg)	t(min)
Tiempo actividad puesto 1		
Tiempo actividad puesto 2		
Tiempo actividad puesto 3		
Tiempo actividad puesto 4		

Tabla 31. Tabla de tiempos simulación 3

- ¿Qué operación limita más?
- ¿Cómo se puede mejorar?
- ¿Otros aspectos a mejorar?

6 ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se va a realizar un estudio económico de este TFM, evaluando los costes en las diferentes etapas, del personal, calculando los costes de las herramientas utilizadas, así como las amortizaciones de los equipos informáticos, los consumibles, los costes indirectos etc

6.1 Etapas del TFM

Para poder realizar el estudio económico de este proyecto, lo primero que se debe hacer es identificar las diferentes etapas que han intervenido en el diseño y creación de este juego didáctico para poder calcular los costes incurridos en cada etapa. En los siguientes subapartados se va a detallar cada una de las etapas y los costes asociados.

Al tratarse de un proyecto fin de máster el trabajo ha sido realizado por una persona, titulada en Ingeniería Técnica Industrial. Para el cálculo de los costes se supondrá también que dicha persona está dada de alta en el régimen de autónomos pertinente, trabajando por cuenta ajena para la Universidad de Valladolid.

Se ha considerado también que para algunas de las fases se contará con un auxiliar administrativo para la ayuda en la redacción de la documentación (Etapa 4).

6.1.1 Toma de decisión de elaborar un juego didáctico como TFM

En esta etapa se realiza un estudio sobre las diversas opciones disponibles para realizar un proyecto fin de máster entre las opciones propuestas por los diferentes profesores de los diferentes ámbitos o departamentos disponibles en el máster y entre las opciones realizadas por alumnos de cursos pasados. Este estudio se realizará con la finalidad de encontrar una idea u opción que se ajuste tanto a los contenidos cursados durante la realización del máster como a las inquietudes de la persona que realizará el proyecto. Esta etapa lleva aproximadamente un mes.

6.1.2 Recopilación de información y toma de ideas

Esta fase ha consistido principalmente en la búsqueda de información sobre las diferentes técnicas o herramientas Lean y por otro lado la búsqueda de juegos ya existentes para tomar alguna idea de referencia.

Así mismo en esta etapa se buscó información de técnicas educacionales basadas en aprender jugando.

Esta información será necesaria para conseguir que el proyecto llegue a buen puerto y cumpla el objetivo buscado, que no es otro que conseguir que los jugadores aprendan a la vez que se divierten. Esta etapa lleva medio mes

6.1.3 Diseño y creación del juego

Una vez se decide que técnicas o herramientas Lean se quieren explicar se procede a desarrollar el juego.

Para ello se debe decidir la situación de partida, y que aspectos se quieren mejorar en función de que técnicas se desean enseñar y cuántas fases o etapas debe tener el juego. Esta fase es la más larga y compleja pues hay múltiples opciones y es misión del autor saber cómo de complejo debe ser cada etapa para encontrar el equilibrio entre el aprendizaje y la diversión propia de un juego, sin hacerlo muy largo o complejo de entender, o demasiado fácil que se convierta en aburrido. Esta etapa lleva 3 meses.

6.1.4 Redacción de la documentación necesaria

Esta fase incluye las explicaciones pertinentes de toda la parte de Lean, así como todo lo relativo a los juegos didácticos y al “aprender jugando”. Por último, en esta fase se incluye lo relativo a la explicación del juego y el estudio económico. También en esta etapa se incluye el tiempo dedicado a la “puesta a punto” del documento final (reestructuración del documento, pies de página, pies de fotos y tabas etc.)

Parte de la redacción se ha ido haciendo a la par que las fases 2 y 3, ya que según se iba decidiendo como iba a ser el juego se iba documentando y se iban explicando las herramientas de Lean necesarias. Esta etapa lleva cuatro meses

Resumiendo, podemos ver en la ilustración 43 un diagrama de Gantt del proyecto con la duración de las diferentes etapas anteriormente mencionadas (mm/dd/aaaa) :

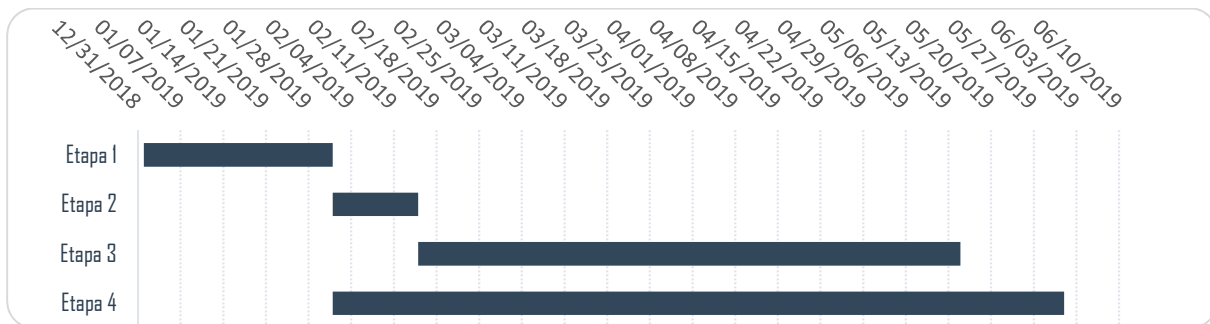


Ilustración 43. Gantt del proyecto

6.2 Cálculo de los costes procedentes de las horas efectivas anuales y tasas horarias de personal.

En este apartado se calcularán los costes procedentes de las horas efectivas de trabajo teniendo en cuenta el Estatuto de los trabajadores que en su artículo 34 indica que la duración de la jornada de trabajo nunca podrá ser superior a 40 horas semanales de trabajo efectivo en cómputo anual.

Para este apartado se citará también la Directiva 2003/88/CE y la definición que esta da sobre tiempo de trabajo efectivo que es la siguiente:

“todo período durante el cual el trabajador permanezca en el trabajo, a disposición del empresario y en ejercicio de su actividad o de sus funciones, de conformidad con las legislaciones y/o prácticas nacionales”

Teniendo en cuenta estos conceptos se calcularán los costes procedentes de estas horas de trabajo efectivo, dichos cálculos se pueden ver en la tabla 32:

Días por año	365
Días de vacaciones	22
Sábados y Domingos (52*2)	104
Días festivos	14
Días de asuntos propios	2
TOTAL DIAS EFECTIVOS ANUALES	223
Horas diarias trabajo	8
TOTAL HORAS EFECTIVAS ANUALES	1784

Tabla 32. Días y horas efectivas por año

Para la realización de este proyecto se cuenta con un ingeniero industrial que el cual actúa como director de proyecto, analista financiero y es el encargado de la realización de las diferentes fases, y como se ha comentado anteriormente en la fase 4 se contará con la colaboración de un auxiliar administrativo

Para calcular el coste de cada hora efectiva del Ingeniero que realiza el proyecto en régimen de autónomos se ha presupuesto un sueldo bruto para el mismo de 1800 euros mensuales y la base de cotización mínima en el régimen de autónomos que asciende a 267.03 euros cada mes.

Para el cálculo del coste de personal perteneciente al auxiliar administrativo se ha supuesto un sueldo de 900 euros mensuales y un pago de seguridad social por parte de la empresa de un 32% de dicha cuota. Véase la tabla 33:

COSTES DE PERSONAL		
Ingeniero Industrial	Sueldo bruto	21600 €
	Cotización anual autónomos	3204 €
	Coste total/ año	24804 €
	Coste total persona/ hora	13,904 €
Aux. Administrativo	Sueldo bruto	10800 €
	Seg. Social	3456 €
	Coste total/ año	14256 €
	Coste total persona/ hora	7,9910 €

Tabla 33. Costes de personal

6.3 Amortización de equipos informáticos

Para calcular la amortización de equipos informáticos usados durante la realización de este proyecto se ha considerado un periodo de amortización para los mismos de 4 años y lineal, considerando que tanto el software como el hardware tendrán la misma vida útil.

Tal y como se puede ver en la tabla 34, para la realización del proyecto se ha optado por la compra de un ordenador de portátil Acer aspire v15 v3-572g-781 en cuyo precio ya viene incluido Windows 10 y un teclado y un ratón. A su vez se han adquirido las licencias necesarias de Microsoft Office (Pack office 365 Hogar: 99€/año)

Amortización (€)		
Concepto	Coste	Amortización anual
Portátil acer aspire v15 v3-572g-781 E	645	161,25
Licencia Microsoft Office	99	24,75
Total		186
Total / hora		0,1043

Tabla 34. Amortización correspondiente a equipos informáticos.

6.4 Consumibles

En este apartado se contabilizarán los gastos necesarios para el desarrollo del juego didáctico en materiales que se han consumido debido a la realización del proyecto, por lo tanto, todos estos costes se imputarán directamente al coste final del juego didáctico, dichos gastos quedan recogidos en la tabla 35:

COSTES DIRECTOS	
Concepto	Coste (€)
Papel	30
Encuadernación	5
Memoria USB	20
TOTAL	55

Tabla 35. Costes derivados de productos consumibles

6.5 Costes indirectos

En este apartado se consideran los costes indirectos que sin estar relacionados con la realización del proyecto como tal directamente, son imprescindibles, tales como el coste de electricidad para poder encender el ordenador o el alquiler de una habitación donde poder trabajar, dichos costes quedan recogidos en la tabla 36:

COSTES INDIRECTOS	
Concepto	Coste (€)
Consumo de electricidad mensual	80
Internet	40
Alquiler	500
Otros	100
TOTAL	720
Total anual	8640

Tabla 36. Costes Indirectos

6.6 Horas dedicadas en cada etapa

Como se ha mencionado anteriormente, las horas dedicadas en cada etapa se han estimado aproximadamente, quedando recogidas en la tabla 37:

Etap	Horas dedicadas
1	160
2	80
3	480
4	640
Total	1360

Tabla 37. Horas de trabajo empleadas por etapa del proyecto

6.7 Costes derivados de cada etapa del proyecto

Para poder obtener un cálculo por etapa, vamos a agrupar todos los costes obtenidos anteriormente, es importante matizar que el coste total del personal y de la amortización será necesario dividirlos entre el número de horas efectivas anuales, considerando 1784h de trabajo efectivas anuales como se calculó al principio. Sin embargo, los consumibles y los indirectos se han calculado dividiéndolo entre las 215 horas de duración total del desarrollo del proyecto.

En la tabla 38 están agrupados los costes previamente calculados:

DESGLOSE DE COSTES (€)	
Coste/h ingeniero	13,9
Coste/h auxiliar administrativo	7,99
Amortización	0,104
Costes directos (Consumibles)	0,234
Indirectos	3,06

Tabla 38. Desglose de costes

Una vez que tenemos todos los costes calculados, queda calcular los costes por fase, teniendo en cuenta que las 3 primeras fases se considera que las realiza al 100 % el ingeniero y la parte de documentación este utiliza el 30% del tiempo en concepto de revisión y parte de la documentación del juego.

En las tablas 39 y 40 se puede encontrar recogida la información de los costes calculados (todo expresado en euros) por etapas:

Fase	Horas totales	Coste personal	
		Ingeniero	Auxiliar administrativo
1	160	2224,574	0
2	80	1112,287	0
3	480	6673,722	0
4	640	2668,8	3579,52

Tabla 39. Coste asociado a cada fase (I)

Fase	Amortización	Consumibles	Costes Indirectos	Coste Total/Fase
1	16,64	6,470588235	84,70588235	2332,390462
2	8,32	3,235294118	42,35294118	1166,195231
3	49,92	19,41176471	254,1176471	6997,171385
4	66,56	25,88235294	338,8235294	6679,585882
Total Proyecto				17175,343

Tabla 40. Coste asociado a cada fase (II)

Teniendo en cuenta esto, se puede calcular gráficamente el porcentaje de coste de cada etapa respecto al proyecto total, obteniéndose el resultado mostrado en la gráfica de la ilustración 44.

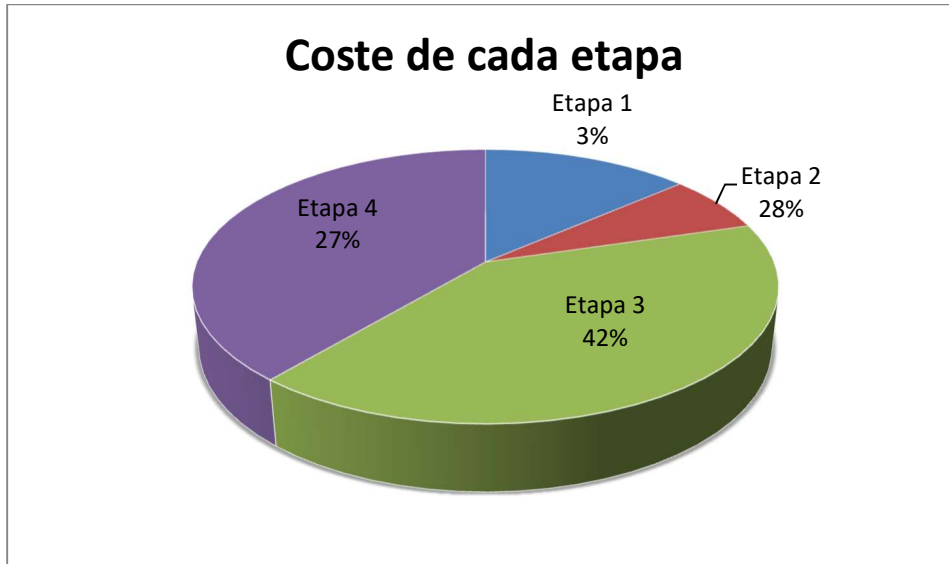


Ilustración 44. Distribución de los costes por etapas

Así mismo, en el siguiente gráfico de la ilustración 45 se muestra la información referente a los costes, pero esta vez distribuida por tipo de coste:

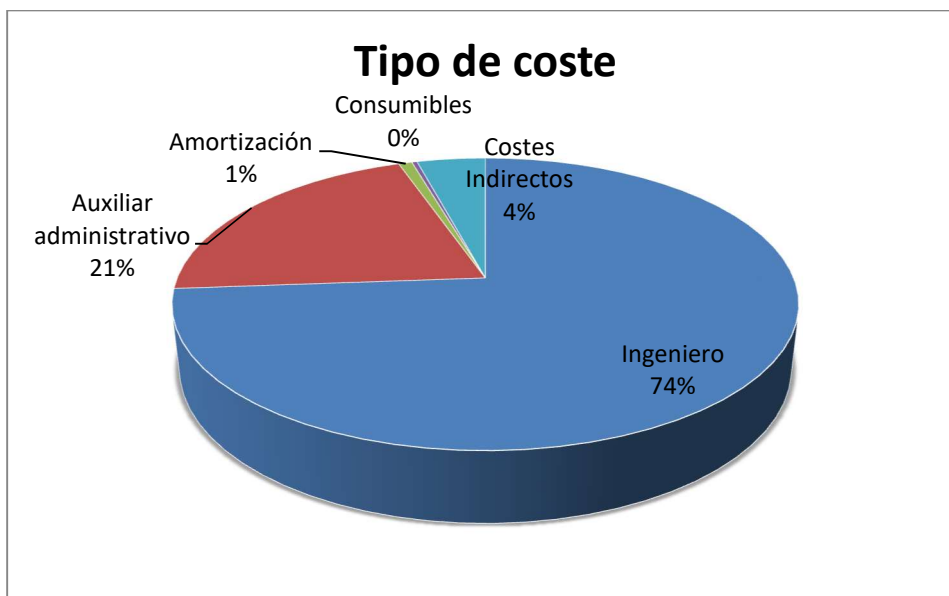


Ilustración 45. Distribución de los costes por tipo



7 CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

En este capítulo se detallan las principales conclusiones extraídas a lo largo de la realización de este proyecto. Así mismo en este capítulo se va a proponer alguna de las múltiples opciones que hay para en un futuro poder ampliar el juego con más simulaciones y con ello el aprendizaje de más herramientas.

7.1 Conclusiones generales sobre la aplicación de las herramientas Lean

En este apartado se van a recopilar las conclusiones del juego, pudiendo valorar las diferencias de los resultados obtenidos entre simulación y simulación, que se pueden exponer a los alumnos al final de las 3 sesiones, o se puede plantear a los alumnos como ejercicio adicional.

En la tabla 41 se recogen los datos de los beneficios frente al número de unidades vendidas. En dicha tabla se va claramente que un número mayor de unidades vendidas no va ligado a un mayor beneficio obtenido.

	nº unidades vendidas	Beneficio obtenido
Situación inicial	80	300
Aplicación JIT	24	460
Aplicación 5S y Kanban	27	520

Tabla 41. Unidades vendidas y beneficios por ronda

Se puede ver como de la primera simulación a la segunda se ha reducido casi una cuarta parte la producción sin haber cambiado el precio de venta al público y ha aumentado el beneficio obtenido en un 53 %, además de las mejoras de los trabajadores no cuantificables. Lo que se ha buscado en este caso es reducir los costes de producción.

Entre la segunda y la tercera simulación se ha buscado fabricar por lotes y trabajar de formas más estándar para poder producir más cantidad ya que en la segunda simulación el tiempo estaba bastante ajustado.

Se puede ver como haciendo un simple reajuste a nivel de organización a la hora de trabajar se ahorra tiempo y se puede producir más, obteniendo así un mayor beneficio y que el beneficio obtenido no solo tiene que ver con el número de unidades vendidas como popularmente se cree.

7.2 Conclusiones sobre el desarrollo del juego

El primer aspecto que se puede valorar es si el juego cumple su fin último, siendo este el aprendizaje, es decir, si tras las sesiones los alumnos han aprendido el funcionamiento, los principios básicos y el beneficio de las diferentes herramientas que se plantean. Este aspecto se evalúa con las diferentes preguntas que se les plantean a los alumnos al final de cada sesión, en donde deben reflexionar qué se ha hecho, que se ha mejorado y que se puede seguir mejorando, entre otras cosas.

Además, el objetivo de aprender jugando es precisamente que sea un aprendizaje ligero, evitando las tediosas horas de estudio entre folios y folios de teoría, al ser sesiones de 3h, divididas en fragmentos de 1h, se hacen sesiones sencillas y llevaderas, fomentando un aprendizaje natural, relajado y probablemente divertido.

Por otro lado, este juego es relativamente sencillo, de fácil comprensión y preparación para poder jugar, sin que exista una necesidad de una infraestructura compleja o difícil de conseguir, de tal forma que podría ser utilizado en cualquier carrera y / o master relacionados con el ámbito del Lean Manufacturing.

Al final del juego los alumnos deben haber aprendido las ideas básicas de las herramientas de Lean planteadas y cómo se deben aplicar de una forma sencilla. Tras las simulaciones es bastante fácil que los alumnos se hayan quedado con las ideas principales y sean capaces de ver los beneficios que éstas ofrecen ya que deben hacer un análisis bastante extenso sobre que se está haciendo y porqué.

Por tanto, se puede concluir que este juego didáctico cumple las expectativas de este tipo de juegos.

Por otro lado, a nivel personal, el desarrollo de este proyecto me ha hecho darme cuenta como con pequeños gestos en el día a día en cualquier cadena productiva se pueden ahorrar mucho, tanto a nivel de dinero como a nivel de tiempos improductivos, desplazamientos, defectos, imperfecciones etc. Este juego también me ha hecho ver una cara de la enseñanza que apenas conocía, que es aprender jugando. A lo largo de mis años de estudios nos han inculcado la cultura de estudiar y estudiar sin poder llegar a entender un poco más allá de para qué sirven la mayoría de las cosas que estudiamos y es verdaderamente una pena que este método de enseñanza no sea mucho más popular y utilizado.

Además de todo esto, el desarrollo de este trabajo me ha hecho aprender un montón de técnicas de Lean que desconocía, así como la historia de esta filosofía. También he aprendido sobre la gamificación ya que, si bien he jugado y aprendido jugando, desconocía muchos detalles sobre este concepto como herramienta de enseñanza.

7.3 Futuros desarrollos

A lo largo de este trabajo se han visto unas cuantas herramientas Lean, no siendo estas las únicas. Las posibilidades para ampliar este juego son muchas ya que tan solo se han incluido tres de ellas. A continuación, se comentan algunas de estas posibilidades:

-Hasta el momento hemos estado partiendo de situaciones idílicas en las que suponemos que todo lo que se produce es válido y no hay desperfectos. Lo siguiente que se podría hacer es tener unos estándares de calidad en cada una de las etapas y poder añadir método Jidoka, en el cual cada alumno debe revisar su propio trabajo.

-Reequilibrado de los puestos para poder disminuir el cuello de botella: Como se puede ver en la simulación 3, hay un cuello de botella en el puesto 3, ya que con diferencia es el que más tiempo lleva y el que no va a poder apenas descansar. En una cuarta simulación de podría estudiar la forma de equilibrar el tiempo entre los diferentes puestos para que no haya un cuello de botella, intentando fragmentar el trabajo del puesto 3 para poderlo realizar en varias etapas, por ejemplo.



-Recolocación de los puestos para disminuir los desplazamientos: A parte del cuello de botella de la última simulación, en el croquis de los desplazamientos se puede observar que hay bastantes desplazamientos, otro enfoque a mejorar es el de disminuir dichos desplazamientos.

-Incluir variedad de tartas diferentes, para trabajar con varios productos al mismo tiempo y hacerlo más complicado, abriendo así ampliamente el abanico de herramientas a enseñar. Si entre tarta y tarta hay que cambiar algún utensilio o algún molde, poder utilizar por ejemplo método SMED o redistribución de los puestos acorde a las necesidades que surjan.

-Otra opción un poco diferente a las planteadas anteriormente sería el desarrollo de un juego para el móvil y / u ordenador que simule diferentes niveles o pantallas a superar, siendo cada una de estas una de las simulaciones. En este caso es cierto que conllevaría una mayor inversión inicial pero que a la larga sería mucho más fácil ampliar con más herramientas y se podría proponer tanto un juego a nivel individual en el que el alumno juega contra una máquina virtual o contra sus propios compañeros en una misma sesión online. Además de tener el plus de que se podría jugar desde cualquier sitio y a cualquier hora y sin la necesidad de tener el material necesario.

Además, para no perder el papel del tutor, se podría habilitar un foro de debate para que este igualmente pueda seguir guiando a los alumnos cuando lo necesiten.

8 BIBLIOGRAFIA

A continuación, se presentan las principales referencias bibliográficas consultadas para la elaboración de este proyecto:

- Aldana, L.M. *El ciclo de Deming*.
<http://gestionxprocesoscun.blogspot.com.es/2015/04/el-ciclo-de-deming.html>
Consultado en Enero 2021
- Bounine J, Suzuki K. [1989]. *Producir Just in Time. Las Fuentes de la productividad japonesa*. Barcelona. Masson, S.A
- Chacon, P [2008]. *El juego didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje. ¿Cómo crearlo en el aula?*. En línea :
<http://www.grupodidactico2001.com/PaulaChacon.pdf> Consultado en Octubre 2020
- Ecured. *Juegos didácticos*. En línea:
http://www.ecured.cu/index.php/Juegos_did%C3%A1cticos Consultado en Diciembre 2020
- E-Manuales *7 Desperdicios de Lean Manufacturing: definición y ejemplos*. En Línea:
<https://www.e-manuales.com/7-desperdicios-de-lean-manufacturing/> Consultado en Junio 2021.
- Gaitán, V [2013]. *Gamificación: el aprendizaje divertido*. En línea:
<http://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizajedivertido/>
Consultado en Noviembre 2020
- Hernández, J.C y Vizán, A [2013]. *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*” En línea:
http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf Consultado en Septiembre 2020
- Rubio. *I-cuadernos*. En línea: <http://www.icuadernos.com> Consultado en Octubre 2020
- Justo, D [2016]. *Las 5s herramientas básicas de mejora de calidad de Vida*. En línea:
http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm Consultado en Octubre 2020
- Llorente, J.I. [2012]. *Si Taiichi Ohno levantara la cabeza...* En línea:
<http://www.renault-consulting.es/blog/lean/si-taiichi-ohno-levantara-la-cabeza/>
Consultado en Septiembre 2020
- Lo esencial [2015]. *Sistemas de fabricación y reposición pull*. En línea:
<http://loesencial.es/sistemas-de-fabricacion-y-reposicion-pull/> Consultado en Octubre 2020

- Marín, I y Hierro, E [2013]. *Gamificación. El poder del juego en la gestión empresarial y en la conexión con los clientes*. Editorial: Urano/Empresa activa
- Ortiz, A.L [2009]. *Educación infantil: Afectividad, amor, felicidad, currículo, lúdica, evaluación y problemas de aprendizaje* Colombia. Editorial: Litoral.
- Proyecto Newton [2016]. *Aplicación de juegos didácticos en el aula. Elección y programación*. En línea: <http://recursostic.educacion.es/newton/web/juegos.php> Consultado en Diciembre 2020
- Real Academia Española. En línea : <https://www.rae.es/> Consultado en Enero 2021
- Rodríguez Lago, G [2016]. *Desarrollo de un juego didáctico para el aprendizaje de herramientas lean*. Universidad de Valladolid.
- Rodríguez, J [2013]. *Sistemas de sugerencias. Un importante segmento de Kaizen*. En línea: <http://institutoleankaizen.blogspot.com.es/2013/06/sistema-de-sugerenciasun-importante.html> Consultado en Noviembre 2020
- Rodríguez, P. [2013]. *El learning by doing de Robert Schank : el aprendizaje ocurre cuando alguien quiere aprender*. En línea: <http://blogthinkbig.com/learning-by-doing/> Consultado en Noviembre 2020
- Salazar López, B [2019]. *Ingeniería Industrial Online: Los 7 desperdicios*. En línea: [Los siete desperdicios | Ingeniería Industrial Online](#) Consultado en Junio 2021
- Salazar, M [2015]. *Kaizen*. En línea: <http://kaisenmejoramiento.blogspot.com.es/2015/03/la-implementacion-decada-una-de-las-5s.html> Consultado en Noviembre 2020
- Sanuy, C. [1998] *Enseñar a jugar*. España: Marsiega
- Schonberger RJ. [1999] *Técnicas japonesas de fabricación*. México. Limusa Noriega Editores.
- Sistemas OEE. *Lean Manufacturing: Definición, origen y evolución*. En línea : <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/> Consultado en Septiembre 2020
- Torres, C.M [2002]. *El juego como estrategia de aprendizaje en el aula*. En línea: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17543/2/carmen_torres.pdf Consultado en Diciembre 2020
- Valverde, H.R [2003]. *Aprendo haciendo*. En línea: https://books.google.es/books?id=wtkDGCsvgK8C&pg=PA14&lpg=PA14&dq=juegos+didacticos+definicion+e+importancia&source=bl&ots=nrk7eB_yW0&sig=mXvAPmxz8



[tyA7674qZtHDFBk8pQ&hl=es&sa=X&ved=0CGIQ6AEwCWoVChMI4NzKh5SzyAIVxdkaCh2r-QXQ#v=onepage&q&f=false](https://www.youtube.com/watch?v=tyA7674qZtHDFBk8pQ&hl=es&sa=X&ved=0CGIQ6AEwCWoVChMI4NzKh5SzyAIVxdkaCh2r-QXQ#v=onepage&q&f=false)

- Yvern, A. [1998]. *¿A qué jugamos?* Editorial Bonum