



- Capítulo 11 -

Simulador para la gestión de inventarios y almacenamiento

Autor

Juan Sebastián Martínez Grisales, Ingeniero Industrial del Politécnico Grancolombiano y Magister en Ingeniería Industrial de la universidad Nacional de Colombia, con especialización en Herramientas Virtuales Para la Educación, se encuentra finalizando Máster en Finanzas de la Universidad EUDE de España y pregrado en Contaduría Pública del Politécnico Grancolombiano. Experiencia docente durante 8 años en los programas de Ingeniería Industrial, Administración de empresas, especializaciones como Gerencia de Proyectos e Inteligencia de Negocios y en Logística y Gestión de la cadena de suministro; creador de módulos virtuales de Producción y Gestión de Sistemas de Información y en simuladores de Producción.

Correspondencia: jmartinez@poligran.edu.co

Resumen

El desarrollo de este simulador es una herramienta para los usuarios que se encuentren en el proceso de aprendizaje de herramientas y procesos básicos e intermedios en la gestión de inventarios y almacenamientos; ofrece una aproximación a situaciones reales de las organizaciones en sus actividades de planeación de políticas estáticas y dinámicas de inventarios, con demanda determinística y estocástica, con el objeto de identificar cantidades óptimas de pedido, frecuencias, lead time, entre otros, y que permiten la satisfacción a tiempo de la demanda. Así mismo, presenta herramientas introductorias para la gestión del almacén, identificando la posición de los inventarios, rotación, tipos de productos, entre otros. Sin duda permitirá al usuario un aprendizaje mucho más activo y con la capacidad de abordar situaciones muy similares a las que ocurren en una organización en el área de inventarios.

Palabra clave: almacenamiento, demanda, inventarios, lead time, rotación.

Introducción

La gestión de inventarios y almacenamiento es una de las actividades más importantes en las organizaciones; dentro del marco productivo y de comercialización de un bien, los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado, son necesarios para satisfacer la demanda de manera conforme; sin embargo, también son generadores importantes de gastos, ya que tener espacios donde se tiene un inventario de manera estática, que no generan ningún valor agregado a los bienes pero si costos de bodegaje, servicios, arriendo, personal, transporte, entre otros, suele convertirse en un inconveniente para las organizaciones. Arzac, Alves, Vera Bahima, Bohdan, Nichio y Santori (s.f.) plantean que los stocks son dinero inmovilizado que se vuelven un remanente para la empresa, por eso se deben reducir los costos de almacenamiento para mejorar la productividad.

Por tal razón, el profesional en logística debe tener las competencias y saberes básicos para generar equilibrio y optimización de los inventarios y la manera en la que se almacena la carga, de modo que se puedan reducir los costos asociados a ello y se satisfaga la demanda y los requerimientos de materias primas e insumos en la organización.

Debido a las características estocásticas de la demanda, es importante evaluar diversos modelos o políticas de inventario con el objeto de reconocer cual será el más funcional para la organización, desde políticas económicas de pedido EOQ hasta modelos para demanda dinámica como el vendedor de periódicos o el modelo lote a lote.

El presente capítulo presenta la experiencia realizada en el diseño, estructuración y desarrollo de un simulador que le permite al usuario o estudiante realizar actividades ajustadas a escenarios cercanos a la realidad para la gestión de los inventarios reconociendo las diversas políticas y los modelos de gestión de almacén.

Marco teórico

Problemática que atiende

En el proceso de aprendizaje y de adquisición de competencias y saberes en los estudiantes es fundamental la práctica por parte de los estudiantes ya sea *in situ*, es decir en las empresas, o en entornos similares para tal fin. Sin embargo, hacerlo en empresas reales puede generar sobrecostos y dificultades para las empresas, además de las previsiones en seguridad laboral al tener personas transitando por las bodegas; por lo tanto, se deben explorar nuevas maneras para que los estudiantes logren un acercamiento práctico de acuerdo con las teorías, herramientas y modelos vistos en los diferentes núcleos temáticos de los módulos o asignaturas.

El problema real radica en la falta de espacios, herramientas y momentos para que los estudiantes apliquen y practiquen los conocimientos adquiridos para la gestión de inventarios, así mismo, se evidencia en las indagaciones realizadas, la ausencia de herramientas o aplicativos digitales para fortalecer los conocimientos en el tema de inventarios y almacenamientos.

Actualmente el módulo o asignatura consta de una serie de contenidos escritos con algunos ejercicios prácticos y exámenes que evalúan los núcleos temáticos de inventarios y almacenamiento; sin embargo, los docentes observan vacíos en el aprendizaje, casos regulares de copia e inconformidad de los estudiantes por el contenido. Surge por lo tanto la necesidad de crear una estrategia de aprendizaje que permita cierto nivel de práctica y de modelamiento que sea más próximo a la realidad asociada a modelos de inventarios y almacenamiento.

A partir de ello, se considera necesaria la creación de un simulador que permita acercar al estudiante al contexto profesional, en este caso para la adecuada gestión de los inventarios y del almacén. Se espera con el desarrollo de este dispositivo didáctico generar una información dinámica y un ejercicio práctico que diversifique la manera de abordar los casos empresariales que deberá trabajar en su quehacer profesional, asimismo, fortalecer en los estudiantes competencias asociadas a la comprensión, el análisis crítico y el manejo cuantitativo de los datos.

La apuesta que se hace es que este simulador permita a los estudiantes un mayor nivel de compromiso y el fortalecimiento de sus saberes, fortalecer sus competencias y la posibilidad de explorar en un contexto determinado la aplicación de los conocimientos adquiridos que redunden en una mejor formación profesional y en oportunidades en el campo laboral.

Antecedentes

La simulación es empleada para modelar la realidad con el propósito de recrear situaciones y tomar decisiones; por lo tanto, la simulación en la gestión de inventarios es una herramienta importante porque permite explorar la operación, la gestión y el diseño de bodega para determinar su distribución. Este fue el punto de partida para la búsqueda de experiencias o softwares, que dio como resultado que hay pocos softwares o simuladores específicos para la práctica en la gestión de inventarios y almacenamiento, que puedan probar diversas políticas de inventarios o el reconocimiento con información con demanda determinística o estocástica, así como la gestión de almacenes.

Arena y Flexsim son dos softwares para la creación de modelos que se pueden utilizar para el análisis y simulación de los inventarios, con demanda estocástica y su respectiva distribución de probabilidad, los cuales tienen módulos y herramientas especializadas en la gestión de inventarios; sin embargo, su funcionalidad es general para cualquier proceso estocástico que exista. Estos dos softwares son quizás los más utilizados en el campo educativo, sin embargo, su finalidad se encuentra en cualquier proceso y le hace falta especificidad en el campo de inventarios y almacenamiento.

Odoos es un software para la gestión de almacenes en línea y permite trabajar un sistema de inventario de doble entrada, es decir, no computa entradas o salidas de existencia; en cambio, las operaciones se consideran movimientos de existencias, y sirve para trabajar la triangulación de envíos, el cross-docking y multialmacén, los movimientos de existencias desde la compra y venta del almacén. Aunque Odoos es una herramienta interesante, el programa de estudios aborda los modelos estocásticos necesarios para la gestión estadística de los inventarios, por lo tanto, no se vislumbra como una solución para la problemática en las aulas con los estudiantes.

Una herramienta de Microsoft es Dynamics 365 Supply Chain Management, la cual sirve para optimizar la planificación, producción, inventario, almacenamiento y transporte. Aunque permite visualizar la eficiencia operativa y la productividad, es una herramienta empresarial, no educativa, es decir, está pensada para que un profesional o experto en el tema haga la gestión de la compañía, cuando lo que se busca con este proceso es poner al estudiante en situación para que a partir de allí realice su análisis dando respuesta a esa situación, lo que permite comprobar los aprendizajes adquiridos, cómo aborda el estudiante la problemática y cómo la resuelve.

Otro software es Warehouse and Logistics simulator, más cercano a la gestión de inventarios y almacenamiento; si bien tiene un trabajo general de lo que es la logística, e incluye el modelamiento de estos, sin embargo, no hay especificidad en cuanto a políticas diversas de inventario. Este simulador también es muy bueno para la creación de layout de plantas y la configuración del flujo logístico, planificar y modelar las operaciones en un entorno controlado. La diferencia con este simulador es que allí se deben crear los procesos, organizaciones y modelos, es decir se comenzará de cero con la creación, en cambio lo que busca el simulador expuesto en este documento, es generar modelos dinámicos ya establecidos, apostando un poco más al desarrollo de herramientas de inventario basado en un entorno ya establecido, lo cual le da una perspectiva más de escenario que de diseño.

De igual manera, existen varios proyectos de investigación que desarrollan modelos de simulación para la gestión de inventarios; Gavilanes Morales (2015) también desarrolla una simulación para un modelo de gestión de inventarios y lo aplica en una empresa, concluyendo que estos modelos de simulación ayudan a la planeación y la predicción. Gil Herrera (s.f.) propone un modelo de simulación de inventario que analiza la situación y comportamiento actual de los niveles de reposición. Soria Quijaite y Mamani Apaza (2009) desarrollaron un modelo analítico de abastecimiento basado en redes neuronales artificiales, con el fin de optimizar los inventarios, principalmente en el sector de la salud.

Los anteriores proyectos proponen un modelo matemático de simulación, pero no desarrollan un software como resultado del proceso; en cambio, este proyecto además del modelamiento matemático y estadístico, diseña y desarrolla un software como dispositivo didáctico para los estudiantes.

Estrategia de enseñanza

La estrategia pedagógica que se seleccionó para la elaboración de esta experiencia contempla elementos del Aprendizaje Basado en Tareas, pensando en un estudiante virtual como un ser autónomo capaz de resolver por sí mismo problemas propios de la gestión de inventarios. De acuerdo con Jerez Naranjo y Garófalo Hernández (2012) este modelo permite diseñar en función de una tarea final a partir de un conjunto de actividades o tareas que complementan ese resultado final. Desde esa perspectiva se diseñaron una serie de actividades “situadas” o tareas que el estudiante debe resolver para pasar a la siguiente.

El ambiente inmersivo actúa como un dispositivo didáctico ya que además de proveer para cada actividad las situaciones que el estudiante debe abordar y resolver aplicando los conocimientos teóricos que va trabajando de manera simultánea en el aula, sirve como un espacio para la elaboración de la tarea y realimentación de las actividades según las decisiones que tome el estudiante debido a que la situación generada no es estática.

¿Qué significa que la situación generada no es estática?, para la mayoría de las actividades el simulador genera una base de datos que a su vez afecta la información que recibe el estudiante, esto significa que el análisis, toma de decisiones y respuestas de las tareas se vuelve personalizada. Significa que la realización de las tareas por parte del estudiante requiere poseer los conocimientos necesarios, asimismo que se comprometa con su aprendizaje y solucione problemas propios de la profesión, este reto personal facilita un aprendizaje significativo.

La estrategia de enseñanza se diseñó de acuerdo con el sílabo del módulo: Gestión de Inventarios y Almacenamiento del programa de Ingeniería Industrial. Se tomaron sus núcleos temáticos y se dividieron los temas que se iban abordar en el simulador, de allí se propusieron los resultados de aprendizaje esperados en los estudiantes para cada tema y se diseñaron las actividades o tareas para los estudiantes que serían parte del desarrollo del software. Se planteó trabajar una tarea final en forma de informe que el estudiante debe entregar y para cada tema una tarea más específica que da cuenta de cada uno de los temas principales que se seleccionaron, que será evaluada automáticamente por el software.

A medida que el estudiante desarrolla los diferentes temas con los materiales del módulo, de manera simultánea realiza la simulación que va alineada con el módulo y la gestión tutorial. Los núcleos temáticos por trabajar tanto en el módulo como en el simulador son:

- **Conceptos básicos y Modelo EOQ:** *Iniciación a los inventarios, conceptos básicos de las políticas y gestión de inventarios, modelo EOQ.*
- **Cantidad económica de pedido con descuento y clasificación ABC:** *se aborda modelo EOQ, descuentos del valor del producto por concepto de pedidos por volumen. Evaluación de la política de inventarios. Clasificación de las referencias de inventario con base al nivel de ingresos, al volumen de unidades y su rotación.*
- **Control de inventarios con demanda determinística:** *se abordan heurísticas para la gestión de inventario tales como lote a lote y periodo constante.*
- **Control de inventarios con demanda probabilística:** *identificar el tamaño de los pedidos de producto, los niveles de servicio y el desabastecimiento.*
- **Reabastecimiento coordinado con demanda determinística:** *análisis de abastecimiento con diversos proveedores, análisis de las materias primas e insumos requeridos, análisis de costos para la selección del abastecimiento.*
- **Sistemas de almacenamiento:** *Descripción de los sistemas, identificación de los tipos de embalaje, ventajas, desventajas y elementos de los sistemas que existen.*
- **Distribución física para almacenes:** *Reconocimiento de los métodos de almacenamiento, según características, tipos de material, nivel de riesgo. Evaluación de la tecnología y los sistemas de información para el almacenamiento.*

En el diseño se tuvo en cuenta cada uno de los componentes necesarios para la realización de la tarea y se incluyeron en el software, por eso se pensó en una base de datos que genera una demanda y unas ventas que movilizan los inventarios. Con la base de datos y con una narrativa animada se pone al estudiante en situación, donde asume el rol de un auditor que se envía a diferentes empresas para que haga los cálculos de inventarios y almacenamiento; en este caso es una empresa de calzado, específicamente de botas, y a medida que avanza en sus tareas se le asignan otras empresas para un aprendizaje integral del manejo de los inventarios en otras organizaciones.

Es decir, se incorpora al diseño de la experiencia el aprendizaje situado que busca aproximar al estudiante con la realidad profesional, Pérez Salazar (2017) afirma que esta estrategia ayuda a que los contenidos teóricos estén contextualizados y adquieran un significado en el futuro quehacer del individuo. Por su parte Hernández y Díaz (2015, p. 72) ven el aprendizaje situado como “una estrategia educativa de un constructivismo integral que busca formar personas desde y para la realidad”.

El estudiante inicia su proceso en el dispositivo didáctico conociendo la empresa y descargando la información correspondiente a la situación del inventario; el propósito de aprendizaje es que el estudiante analice el comportamiento del inventario y desde su análisis inicie las actividades. Las tareas están dispuestas de forma secuencial acorde con los temas, es decir, el estudiante sigue la ruta didáctica de actividades, aquí es importante aclarar que un mismo núcleo temático puede tener varias tareas pues van alineadas también con el resultado de aprendizaje.

A continuación, se muestra como parte del diseño pedagógico un comparativo entre los temas y lo que debe hacer el estudiante en el módulo y cada una de las tareas que debe realiza el estudiante en el simulador:

Tabla 1. Núcleo temático versus tareas a desarrollar por el estudiante

N.	Núcleo temático del módulo	N. Tarea	Tareas del estudiante en el simulador
1	Conceptos básicos	0	<i>Descarga de bases de datos e información de la empresa.</i>
2	Clasificación ABC	1	<i>El estudiante debe realizar la clasificación de las diferentes referencias de producto terminado, para cada una de ellas debe indicar el valor total de ventas del año, el porcentaje relativo al total de ventas y el porcentaje acumulado del total de ventas.</i>
		2	<i>Con los valores digitados en la clasificación ABC, el software le muestra el diagrama de Pareto, con este gráfico y la información de las bases de datos el estudiante debe ubicar a cada una de las referencias en una de estas tres categorías: A, B o C.</i>
		3	<i>Una vez se ha ejercido el cierre de la actividad para todos los usuarios. Observe la retroalimentación de la actividad comparando con la solución correcta que será brindada por el sistema.</i>
3	Políticas de Inventarios EOQ	4	<i>Según los datos de las bases y la información adicional brindada en esta sección por el software, el estudiante debe realizar los respectivos cálculos de la política actual de inventarios y los cálculos de la política EOQ para cada una de las referencias de materia prima, para ello debe completar las respectivas tablas que va a encontrar en el software.</i>
		5	<i>El estudiante debe digitar los costos totales de la política actual y óptima, para compararlos con las políticas correctas brindadas por el sistema.</i>
4	Modelo EOQ con descuentos	6	<i>Según los datos de las bases y la información que brinda en esta sección el software, el estudiante deben hacer los cálculos de la política EOQ con cada uno de los descuentos, el Q ajustado debe ubicarlo en la respectiva tabla.</i>
		7	<i>Completada la tabla anterior, el estudiante completa otra tabla donde a cada referencia le indica el Q seleccionado, el costo total y el descuento seleccionado en las referencias.</i>
		8	<i>El estudiante digita el Q seleccionado y los costos totales de las políticas seleccionadas y las compara con las correctas brindadas por el sistema.</i>

N.	Núcleo temático del módulo	N. Tarea	Tareas del estudiante en el simulador
5	Modelos determinísticos	9	Con la información brindada en la actividad el estudiante digita los valores requeridos en la tabla según la política lote a lote. Posteriormente debe digitar los valores requeridos en la tabla con la política de periodo constante.
		10	El estudiante digita los resultados de la política lote a lote y periodo constante que digitó y los compara con las correctas que arroja el sistema.
6	News Vendor – Modelo Q	11	Con la información brindada en la sección por el software, el estudiante calcula las respectivas políticas News Vendor o Modelo Qr con sus valores solicitados según la empresa asignada.
		12	El estudiante calcula los resultados de la política News Vendor o Modelo Qr y los compara con los correctos que arroja el sistema.
7	Modelo de Reabastecimiento	13	Con la información brindada en la sección por el software el estudiante completa la tabla con la política de inventarios individual y conjunta. Además, completa las tablas: Costos de embalaje, Política de inventarios total – Costos y Política de inventarios Multi Producto Conjunta.
		14	El estudiante calcula los resultados de las tablas que digitó y los compara con los valores correctos dados por el sistema.
8	Almacenamiento	15	<p>Con la información brindada en la sección por el software el estudiante debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ubicar en la bodega los elementos requeridos dentro del plano según los requerimientos. - Ubicar en el rack los productos disponibles. Guardar - Seleccionar el tipo de almacenamiento y justificar su elección. - Escribir las ventajas y desventajas del almacenamiento seleccionado. - Seleccionar la tecnología de información más conveniente según los datos y la información brindada.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a la tipología del módulo se planearon tres entregas por parte del estudiante, las dos primeras se refieren a las tareas 1 a la 13 que son evaluadas y retroalimentadas por el simulador. La última entrega corresponde a la tarea 14 que consiste en un informe final para entregar y ser evaluado por el tutor debido que reúne todo lo visto a lo largo de la simulación.

Modelo para la simulación

La simulación de un sistema de inventarios es una herramienta valiosa para toda organización debido a que permite explorar aspectos operativos como el cambio en los inventarios diariamente o por horas o minutos en cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento con gran actividad. Un ejemplo de esto es cuando se analiza la relación del inventario de seguridad, las demoras en los pedidos y los niveles de servicio en diferentes puntos de la cadena de abastecimiento, que se ven afectados por los cambios en los patrones de la demanda y los pedidos no siempre corresponden al mismo tamaño y dependen de un pronóstico de ventas.

Estas características pueden incorporarse a un modelo de simulación, que incorpore los pronósticos de la demanda para la administración y la definición de la política de inventarios a través de los experimentos realizados con el modelo de simulación y debido a su capacidad para emular los sistemas complejos, el uso de la simulación sería una herramienta eficaz para esta situación.

Para el desarrollo de este simulador se construyó una estructura basada en las competencias y núcleos temáticos impartidos en el módulo de gestión de inventarios y almacenamiento del programa Ingeniería Industrial virtual de la Institución Universitaria Politécnico Granacolombiano, así mismo, la creación, idealización y sistematización son basados en la experiencia que tiene el autor en sus estudios, tutoría, experiencia, e impartir este módulo a lo largo de los últimos años.

El objetivo de este simulador es generar dentro del entorno situaciones dinámicas por medio de valores aleatorios, lo cual permite que los estudiantes tengan múltiples diferencias en sus participaciones dentro del simulador, brindando ejercicios únicos y enriqueciendo su experiencia dentro del proceso de aprendizaje.

En la simulación el usuario deberá realizar actividades de gestión de inventarios y almacenamiento en diversas empresas con características y situaciones diferentes, lo que permite identificar los modelos y herramientas que mejor se acomoden al tipo de producto a trabajar en inventario.

Las actividades que componen la simulación son:

- **Clasificación de Inventarios ABC:** En la simulación se brindará al estudiante una gran base de datos con los históricos de ventas de un conjunto de productos de una compañía, allí el estudiante deberá analizar y trabajar la base para reconocer durante todo un año cual fue el valor total de ventas de cada referencia en términos monetarios y en unidades, esto le permitirá reconocer cuáles son los productos que tienen mayores volúmenes significativos de ventas y clasificar el producto en categoría A, categoría B y categoría C, según sea el nivel de rotación que requiera el producto.

Según Castro Zuluaga et al (2011) la clasificación ABC de los inventarios a nivel organizacional se realiza con la intencionalidad de llevar control de las diferentes categorías de producto de acuerdo con su importancia o relevancia por un criterio de consumo o utilización. El objetivo en el marco del simulador será que el usuario fortalezca estos criterios de importancia.

Una vez hayan clasificado, los usuarios deberán ingresar y llevar cada una de las referencias a un espacio que será para la clasificación A, B o C.

- **Modelos de inventario EOQ y EOQ con descuento:** Son los modelos que inicializan las políticas de inventarios, se utilizan cuando se tiene una demanda determinística y su objetivo es el de reconocer la cantidad óptima que se debe ordenar al proveedor, la frecuencia de pedido y los costos que minimizan la política de inventarios.

De acuerdo con Arzac et al (s.f., p. 1)

“En el modelo EOQ o de cantidad fija de pedido se coloca un pedido cuando el inventario restante cae a un punto de pedido y se revisa el nivel de inventario continuamente. De esta manera, el modelo de cantidad fija de pedido es un sistema perpetuo que requiere que cada vez que se haga un retiro o una adición al inventario, los registros deban actualizarse para asegurar que el punto del nuevo pedido se ha alcanzado o no”.

En la simulación, el usuario tendrá a disposición toda la información relevante para el desarrollo de la política, tal como la demanda de materias primas, costos de ordenar, costos de mantener, tiempos de entrega de pedido, entre otros.

También se presentará un escenario con un caso de descuento por volumen, en el cual el estudiante podrá seleccionar un intervalo de descuento basado en el equilibrio entre los costos de ordenar, costos de mantener y los costos de la carga con los descuentos obtenidos.

En estos casos, el usuario tendrá que calcular las políticas e indicar la cantidad óptima a pedir, el tiempo entre pedidos y los costos totales de cada una de las políticas.

- **Modelos News Vendor y Qr:** Estos son modelos para evaluar pronósticos cuando la demanda es probabilística, por lo tanto, la información relevante a la demanda se asocia con una distribución de probabilidad, a la cual se le asigna un valor medio y una desviación estándar conocida. Para este modelo se obtendrá el cálculo del nivel de servicio y el tamaño de pedido que se debe solicitar al proveedor, stock de seguridad, faltantes, cumplimiento, entre otros.

Es importante tener en cuenta que la funcionalidad del modelo Newsvendor tiene como principal referente la gestión de inventarios para artículos de temporada, ya que se tienen en cuenta elementos asociados al exceso de inventario y al costo por dicho exceso, lo que resulta en pérdidas para la compañía debido a esta situación (Gómez et al, 2012).

Para el desarrollo de esta actividad el usuario tendrá disponible la información del comportamiento de la demanda, los costos asociados a la política (unitario, salvamento, mala imagen, faltante, sobrante), Lead Time, Nivel de servicio, entre otros, y con base en esta información deberá realizar los respectivos cálculos para identificar el valor del tamaño del pedido Q, los niveles de servicios obtenidos, stock de seguridad, entre otros.

- **Modelo de reabastecimiento:** Esta actividad dentro del simulador permite efectuar una política de inventarios y de pedido con múltiples productos y proveedores, lo que permite identificar si se hacen pedidos

de varias materias primas a un mismo proveedor con el objeto de reducir costos de pedir, o si por el contrario se trabaja de manera independiente con cada una de las referencias.

Para ello, el usuario tendrá información de cada producto por cada uno de los proveedores, entre ellos los costos unitarios, costos de almacenamiento, precio de venta, costos de pedir, entre otros.

El usuario deberá calcular las políticas de manera individual para cada referencia y cada proveedor, así como una política de inventarios multi producto, tomando la decisión de cuál es la mejor política de pedido.

- **Almacenamiento:** En esta última actividad, se presenta una serie de actividades sobre el almacenamiento, la distribución de un conjunto de racks de almacenamiento en el interior de una bodega con el objetivo de maximizar la utilización de espacio, la distribución de un conjunto de referencias en un rack de almacenamiento de acuerdo con el nivel de rotación, la selección justificada del tipo de almacenamiento y por último la selección de la tecnología para el sistema de almacenamiento.

Toda esta última actividad se hará con base en el aprendizaje y las competencias adquiridas a lo largo del módulo de gestión de inventarios; es una actividad mucho más asociada al análisis y la justificación de manera que se garantice una distribución y gestión del almacén adecuada y acorde con las necesidades del caso.

Desarrollo de la experiencia de aprendizaje

Para la realización de la experiencia de aprendizaje se hizo el diseño pedagógico tomando los diferentes temas del módulo; debido a su tipología se planearon tres entregas donde se combinan actividades autónomas por parte del estudiante y otras que configuran un informe final, como ya se abordó en este capítulo. A partir de allí, se inició uno de los procesos más complejos para el proyecto y fue la programación de una base de datos de un inventario que modificara los valores de manera aleatoria con productos y con dinero, que permitiera presentar una situación diferente de la empresa a cada estudiante, para que fuera un proceso personalizado. Posteriormente, se realizaron la

diagramación y los cálculos para que el estudiante pudiera decidir y arrastrar las referencias de acuerdo con un cuadro.

Se diseñaron bases de datos que permiten construir los históricos de ventas y un pronóstico de la demanda. Se elaboró toda la información de costos de materias primas, costos de ordenar y costos de mantener para que el estudiante los seleccione, los ordene. También se diseñaron las diferentes tablas que el estudiante debe diligenciar, así como los espacios de texto donde debe justificar las decisiones y resultados.

Para otras tareas se generaron los datos de las características de la carga, del producto y de los insumos, selección de proveedores, características (precio, ubicación geográfica, vías de acceso, tasas, costos de transporte, impuestos). Se diseñaron los escenarios para que los estudiantes tomen sus decisiones.

Se diseñaron los escenarios de resultados de consulta permanente que le permiten ver al estudiante su avance; estos escenarios muestran la evaluación de acuerdo con las respuestas dadas por el estudiante. También los de retroalimentación, donde el estudiante puede comparar sus respuestas versus las que presenta el sistema. Se planeó que estos escenarios y los resultados de los estudiantes sean visualizados también por el tutor.

Todos los escenarios diseñados ingresaron a la programación en un ambiente de lenguaje unity. El modelo de realidad virtual se hizo en 3D, una bodega dividida en zonas de materias primas, productos de proceso y productos terminados para que el estudiante pueda ubicar a través de programación de objetos el lugar y posición del producto que va a almacenar en la bodega. Para ello, se modeló en 3D un pull de productos para ser almacenados y se puede seleccionar su forma de empaque y la forma de almacenamiento. También se hizo la programación para la codificación de los productos.

A nivel gráfico, además de las interfaces y piezas de navegación, se realizaron vídeos animados de los personajes creados para el software, que presentan la empresa y acompañan al usuario todo el tiempo a manera de ayuda y orientación. Terminada la programación e integración de las piezas gráficas, se llevaron a cabo las pruebas, los pilotajes tanto con tutores como con estudiantes y se hicieron los controles de calidad por el ingeniero Q/A.

Resultados obtenidos

El simulador en Gestión de Inventarios y Almacenamiento es resultado de la necesidad que tienen los estudiantes de Ingeniería Industrial de desarrollar competencias mucho más cercanas a las situaciones reales que enfrenta el mundo organizacional; en ese orden de ideas, este simulador ha logrado brindar al usuario una experiencia mucho más vívida de los núcleos temáticos de este módulo.

En su maqueteo se identifica un desarrollo robusto del acercamiento a las situaciones y datos reales con los que cuenta una empresa, lo cual es quizás lo más complejo de modelar ya que se recrean bases de datos e información de grandes volúmenes, que precisan así mismo ser dinámicos y cambiantes para que los estudiantes tengan diversidad de datos y resultados, y permitan enriquecer de manera importante el proceso de simulación.

Por otro lado, se reconoce -en este proceso de modelamiento- que es de gran importancia poder contar con una metodología clara para el desarrollo de las actividades, definir los procesos de participación y realización de cada actividad, y es importante la manera en que se retroalimentará y se evaluará el simulador; es allí donde el aspecto pedagógico juega un papel importante para el éxito del simulador, no bastará con acercarse a la realidad de la vida organizacional y laboral, si no se logra una buena evaluación y una buena experiencia pedagógica.

En el desarrollo del software y la simulación se espera que se puedan evaluar cada una de las políticas de inventarios vistas en el módulo de gestión de inventarios y almacenamiento del Programa de Ingeniería Industrial del Politécnico Grancolombiano, de manera que el estudiante logre tener una mejor adquisición de competencias y aprendizaje de los núcleos temáticos; se espera que esta sea una práctica constante dentro de los programas de la Institución Universitaria, logrando el desarrollo de nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje con el objetivo de lograr una mejor articulación entre universidad – empresa; de esta manera los próximos profesionales lograrán un mejor ingreso laboral en sector empresarial en el momento de su graduación y primeros años de experiencia laboral profesional.

Conclusiones

En primer lugar, con el desarrollo de este modelo para simulador, se reconoce este tipo de herramientas como clave para el desarrollo y modernización de los métodos de aprendizaje en las instituciones de educación, creando relevancia en la adquisición de competencias, aplicación de herramientas, modelos y teorías de los núcleos temáticos y sílabos de cada uno de los módulos de los programas de educación.

Los simuladores permiten de manera dinámica e intuitiva la práctica de manera cercana a las situaciones organizacionales que ocurren en la vida real, en entornos controlados y de bajo riesgo; de esta manera, así como es importante para las instituciones de educación, también será un valor agregado para el momento de contratación por parte de organizaciones, que podrán reconocer profesionales con mayor cantidad de habilidades y aptitudes próximas a las labores del profesional en los cargos.

Ahora, respecto a la simulación propia de gestión de inventarios y almacenamiento, se reconoce un proceso riguroso y complejo, la elaboración de bases de datos e información acorde a los procesos de manejo de inventarios, así como la formulación para la generación de valores dinámicos y cambiantes para enriquecer la actividad del simulador.

Se identifica que se ha creado un modelo estable, muy cercano a las actividades y labores propias para la gestión de inventarios y almacenamiento de las organizaciones, creando diversidad en los tipos de inventarios, tal como productos con alta rotación, productos de temporada, con demandas determinísticas y demandas estocásticas, de manera que el usuario podrá reconocer diversas maneras de gestionar las políticas acordes al tipo de producto y sus inventarios y almacenamiento.

Finalmente, es de esperar que este simulador enriquezca las metodologías de trabajo dentro del aula, brindando al usuario una experiencia innovadora para la adquisición de los conocimientos necesarios para trabajar con inventarios y en zonas de almacén de manera profesional.

Referencias bibliográficas

- Arzac, C., Alves, J., Vera Bahima, E., Bohdan, C., Nichio, N., Santori, G. (sin fecha) *Simulación aplicada a la gestión de stocks Tecpro*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Plata. Recuperado en: <https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/investigacion/archivos/jornadas2011/ip01.pdf>
- Castro Zuluaga, Carlos Alberto; Vélez Gallego, Mario Cesar; Catro Urrego, Jaime Andrés (2011) *Clasificación ABC multicriterio*. ITECKNE: Innovación e Investigación en Ingeniería. Universidad EAFIT
- Gavilanes Morales, I. M. (2015) *Evaluación de un modelo de gestión de inventarios mediante simulación, en la empresa Cybercell S.A.* [Tesis de Maestría] Escuela Politécnica Nacional.
- Gil Herrera, R. M. (sin fecha) *Modelo de simulación de inventario para estudiar el comportamiento de los productos en el tiempo y determinar altos niveles de servicio*. [Tesis de especialización] Universidad San Marcos.
- Gómez Ramírez Marcela, Romero Rodríguez Daniel, Cristancho Paola, Sierra Altamiranda Alvaro. (2012). *Memorias encuentro internacional de investigadores 2012*. Universidad Externado de Colombia
- Hernández, J. L., y Díaz, M. A. (2015). *Aprendizaje situado. Transformar la realidad del educando*. Puebla: Grupo Grafico.
- Jerez Naranjo, Y. V., y Garófalo Hernández, A. A. (2012). *Aprendizaje basado en tareas aplicado a la enseñanza de las Telecomunicaciones*. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones, 33(3), 1-7. Recuperado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282012000300001&lng=es&tlng=es.
- Pérez Salazar, G. G. (2017). *El aprendizaje situado ante una teoría constructivista en la posmodernidad*. Revista Glosa, Año 5, No. 8, enero- junio. Recuperado en: <https://static1.squarespace.com/static/53b1eff6e4b0e8a9f63530d6/t/5a55564e652dea613b15c150/1515542096177/Articulo+aprendizaje+situado.pdf>
- Soria Quijaite, J. J. y Mamani Apaza, G. (2009). *Modelo de Simulación de Inventario basado en Redes Neuronales Artificiales Supervisadas y Algoritmos Genéticos para Optimizar el Stock de Medicamentos de la Clínica Ricardo Palma*. Recuperado en: <https://core.ac.uk/download/pdf/228574375.pdf>



El laboratorio de Experiencias de Aprendizaje Inmersivo para Educación Virtual del **Politécnico Gran Colombiano** presenta este libro que consolida once nuevos proyectos trabajados durante el año 2021.

Para este año se implementan once proyectos nuevos que se presentan en este libro, de los cuales cinco son laboratorios virtuales, uno es un laboratorio de realidades híbridas que se transforma en una apuesta institucional al ser único para el área de aerolíneas, buscando fortalecer el programa virtual de Psicología se realizaron cuatro simuladores y una serie de juegos serios para la salud laboral, otro juego serio sobre la teoría de juegos y por último un simulador para la gestión de inventarios.

Capítulos:

1. Juego de teoría de juegos.
2. Laboratorio de realidad mixta para operaciones aeroportuarias en aerolíneas.
3. Laboratorio virtual de la calidad del agua para el derecho y la gestión ambiental empresarial.
4. Laboratorio virtual de suelos para ecosistemas productivos y ordenamiento ambiental del territorio.
5. Simulador de Psicología educativa.
6. Simulador de Psicología Organizacional.
7. Práctica de psicología comunitaria a través de un simulador.
8. Simulador de Psicometría: construcción de instrumentos para un contexto determinado.
9. Juegos serios para anatomía, fisiología humana y enfermedades laborales.
10. La experiencia del laboratorio de juego virtual para maestras y maestros en formación de educación inicial y preescolar.
11. Simulador para la gestión de inventarios y almacenamiento.

Autor editor: Luis Martín Trujillo Flórez

