



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE PROMODEL PARA SIMULAR LA LÚDICA BEER GAME COMO PROCESO DE FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

María Elena Bernal Loaiza, Diego Fernando Ordoñez Rosero

Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia

Resumen

Como parte del proceso de formación del ingeniero industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, se desarrollan prácticas por medio del software PROMODEL, lo que permite modelar la operación de diversos sistemas utilizando técnicas de simulación. Esto proporciona a los estudiantes comprender los conceptos básicos del enfoque de sistemas, diferenciar entre modelos matemáticos y no matemáticos, así como entre modelos continuos y discretos y utilizar técnicas estadísticas con el fin de calibrar y ajustar los modelos a simular.

El grupo de la enseñanza de la Investigación de Operaciones "GEIO", que implementa juegos entre ellos el Beer Game o lúdica de la cerveza donde los estudiantes simulan una cadena de suministro con cuatro eslabones: fábrica, mayorista, distribuidor minorista y cliente. La tarea consiste en producir y suministrar las unidades de cerveza: la fábrica produce y los otros tres eslabones deben entregar las unidades de cerveza hasta que llegue al cliente satisfaciendo las necesidades de la cadena. El objetivo de los jugadores es bastante simple: cada uno de los cuatro grupos debe cumplir con los pedidos entrantes de cerveza, tratando de mantener los inventarios en niveles mínimos. La comunicación y la colaboración no se permite entre los eslabones de la cadena de suministro, por lo que los jugadores a medida que realizan pedidos, crean el llamado efecto látigo.

El objetivo es fusionar la lúdica Beer Game con la simulación en PROMODEL, que permita el desarrollo y aplicación del conocimiento propio del estudiante de Ingeniería Industrial. Esto se logra a través de la aplicación de dos fases: en la fase uno se juega Beer Game y en una segunda fase se simula el proceso observado en la lúdica.

Después del proceso de simulación en PROMODEL de Beer Game se realizó una reunión con el grupo de estudiantes y docentes que participaron, donde se demostró que la interacción de las dos herramientas en la formación de los ingenieros industriales constituye un elemento diferenciador en la apropiación de conocimiento, estimulando la innovación y la reflexión de los participantes.

Palabras clave: simulación; promodel; juego de la cerveza

Abstract

As part of the training process mechanical engineer at the Technological University of Pereira, practices are developed through PROMODEL software, which allows to model the operation of various systems using simulation techniques. This provides students understand the basic concepts of the

systems approach, differentiating between mathematical and non-mathematical models and between continuous and discrete models and statistical techniques used in order to calibrate and adjust the models to be simulated.

The group "Enseñanza de la Investigación de Operaciones -GEIO" which implements games including Beer Game or beer's playful where students simulate a supply chain with four sectors: manufacturing, wholesaler, retailer and customer. The tasks consist on producing and supplying units of beer required from costumes: the factory produces and the others 3 currents links must deliver beer until it reaches the customer to meet the needs of the chain. The goal of the players is quite simple: each of the four groups must meet incoming orders beer, trying to maintain inventories at minimum levels. Communication and collaboration is not allowed between the links of the supply chain, so as players place orders, they create the so-called bullwhip effect.

The aim is to combine the playful with the Beer Game simulation PROMODEL, allowing the development and implementation of self-knowledge belonging to student of Industrial Engineering. This will be achieved through the implementation of two phases: Phase One Beer Game is played and in a second phase observed in the process is simulated playful.

After the simulation process in PROMODEL Beer Game a meeting was set with the group of students and teachers who participated, which showed that the interaction of the two tools in the training of industrial engineers is a differentiator in the appropriation of knowledge, stimulating innovation and reflection by participants.

Keywords: simulation; promodel; beer game

1. Introducción

La simulación es la imitación de un sistema dinámico mediante un modelo computacional. La experimentación sobre modelo computacional, se busca evaluar las características operacionales del sistema (o subsistema) que ésta siendo representado por el modelo. La experimentación sobre el modelo debe ayudar a la comprensión del comportamiento del sistema y de esta manera coadyuvar a la toma de decisiones, las cuales podrían conducir a mejorar el desempeño del sistema bajo estudio (Soto, 2010).

La lúdica Beer Game está relacionada con el concepto de Supply Chain Management, (SCM) que está definida por el mismo Council of Logistics Management como "coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre las diferentes empresas de una cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempeño en el largo plazo tanto de las empresas individualmente, como de toda la cadena de suministro" (CSCMP, 2010). En otras palabras, SCM es la estrategia a través de la cual se gestionan todas las actividades y cada uno de los eslabones que conforman la cadena de suministro. El objetivo de la lúdica es introducir a los estudiantes en el tema de cadenas de suministro, sus conceptos y los efectos que las decisiones tienen sobre los niveles y los costos de los inventarios.

Este trabajo tiene como propósito fusionar la lúdica Beer Game y su simulación en el software PROMODEL. Esto se logra a través de la aplicación de dos fases: en la fase uno se juega Beer Game con estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira y en una segunda fase, los estudiantes simulan el proceso observado en la lúdica. En la fase uno la lúdica de la cerveza los estudiantes simulan una cadena de suministro con cuatro eslabones: fabrica, mayorista, distribuidor minorista y cliente. Se Forman 4 equipos (de 4 personas); y se nombran un Gerente, Jefe de Despachos y Contador en cada grupo. En la fase dos los estudiantes simulan lo observado en la fase uno usando el software Promodel, donde identifican las estaciones, entidades proceso y llegadas. El modelo debe mostrar que el minorista le vende cajas de cerveza a un consumidor y las pide a un mayorista. El mayorista le vende cajas de cerveza a un minorista y se las compra a un distribuidor y el distribuidor se las vende al mayorista y se las compra a la fábrica "una cervecería".

Finalmente combinar una la lúdica con la simulación en Promodel permite fortalecer los conocimientos de los estudiantes y conocer formas diferentes de interiorización, análisis y contextualización de los conceptos vistos en las aulas de clase a través de este tipo de simulaciones, logrando que los estudiantes fortalezcan competencias y habilidades necesarias para la toma de decisiones.

2. Fase Uno

En esta fase se centra en jugar una actividad de simulación llamada Beer Game ("Juego de la Cerveza") que permite la integración de los eslabones de la Cadena de suministro dentro de la organización, y muestra la diferencia entre trabajar individualmente o trabajar con sinergia entre esos mismo eslabones.

Esta actividad es un juego de roles desarrollado por Jay Forrester en Estados Unidos el MIT (Massachusetts Institute of Technology) a principios de los años 60, como parte de su investigación en Dinámica de Sistemas. La lúdica permite lograr una visión general de los conceptos donde se soportan las mejores prácticas de la administración de cadenas de suministros y la visión de la importancia de la integración de funciones dentro de una compañía y más allá de la misma, reconociendo que en el cambiante mundo empresarial la competencia no solo es entre empresas, sino entre cadenas de suministros.

En la siguiente imagen se muestra los eslabones que participan en la lúdica:

Ciente: genera la demanda de manera aleatoria.

Fabrica: produce de acuerdo a pronósticos entregados.

Distribuidor: compra de acuerdo a pronósticos entregados.

Mayorista: compra de acuerdo a pronósticos entregados.

Minorista: compra de acuerdo a pronósticos entregados.

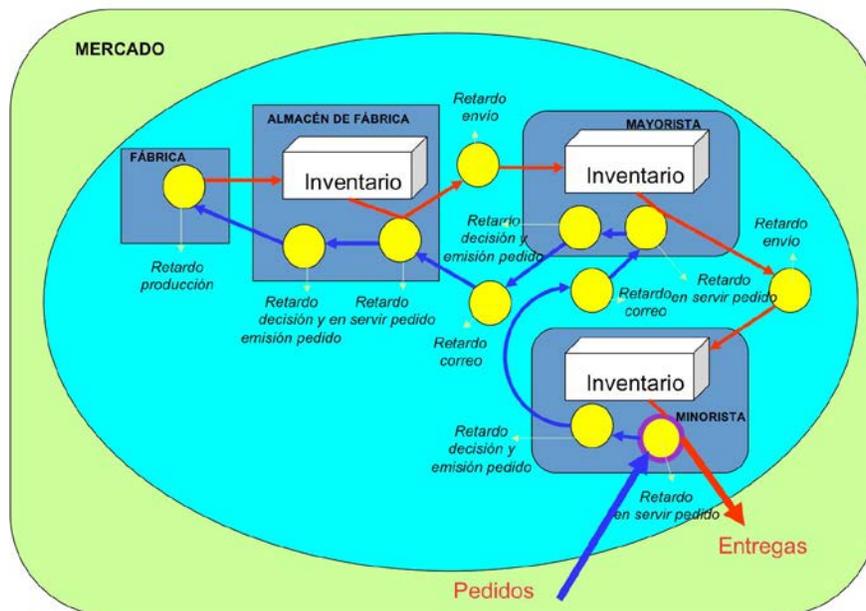


Imagen 1. Eslabones de la lúdica

Fuente: <http://www.beergamevalladolid.org/fundamentos>

La lúdica consiste en que cada eslabón (fábrica, distribuidor, mayorista y minorista), deben mantener satisfecha la demanda de cajas de cerveza. En el juego se penaliza el exceso de inventario y aún más los agotados, ya que en este caso se corre el riesgo de perder el cliente de forma permanente y buscar proveedores alternativos.

Desde que se emite un pedido hasta que se recibe la mercancía (cajas de cerveza) transcurre un tiempo. Existe desincronización desde la emisión de un pedido hasta que éste llega al cliente correspondiente, ya que la comunicación y la colaboración no se permite entre los eslabones de la cadena de suministro, por lo que los jugadores a medida que realizan pedidos, crean el llamado efecto látigo que genera retardo desde que el proveedor envía la mercancía y esta llega a su destino final.

Los comportamientos y decisiones de los diferentes actores, tratando de atender adecuadamente la demanda y al mismo tiempo minimizar los costos de inventario e intentando que este no se vuelva cero (ya que incurrirían en una mayor penalización) dan lugar a un comportamiento oscilatorio de los inventarios de todos los componentes del juego (minorista, mayorista, distribuidor y fábrica).

Este juego permite identificar que la toma de decisiones individuales de cada eslabón (tratando de cubrir la demanda y controlar el inventario), no se traduce en un comportamiento satisfactorio para el cliente en la cadena total.

De acuerdo con lo anterior la primera fase permite identificar los roles y responsabilidades de una cadena de suministro y las limitantes que puede generar la falta de sincronización y la no comunicación entre los eslabones, que genera acumulación de inventarios y por ende un aumento en los costos de manejo de los inventarios.

3. Fase dos

Después de jugar la lúdica con los estudiantes de la materia Simulación de VIII semestre de Ingeniería Industrial y comprender el objetivo de la misma se procedió a simular la lúdica en el software Promodel con los siguientes resultados:

Modelo Lúdica Beer Game

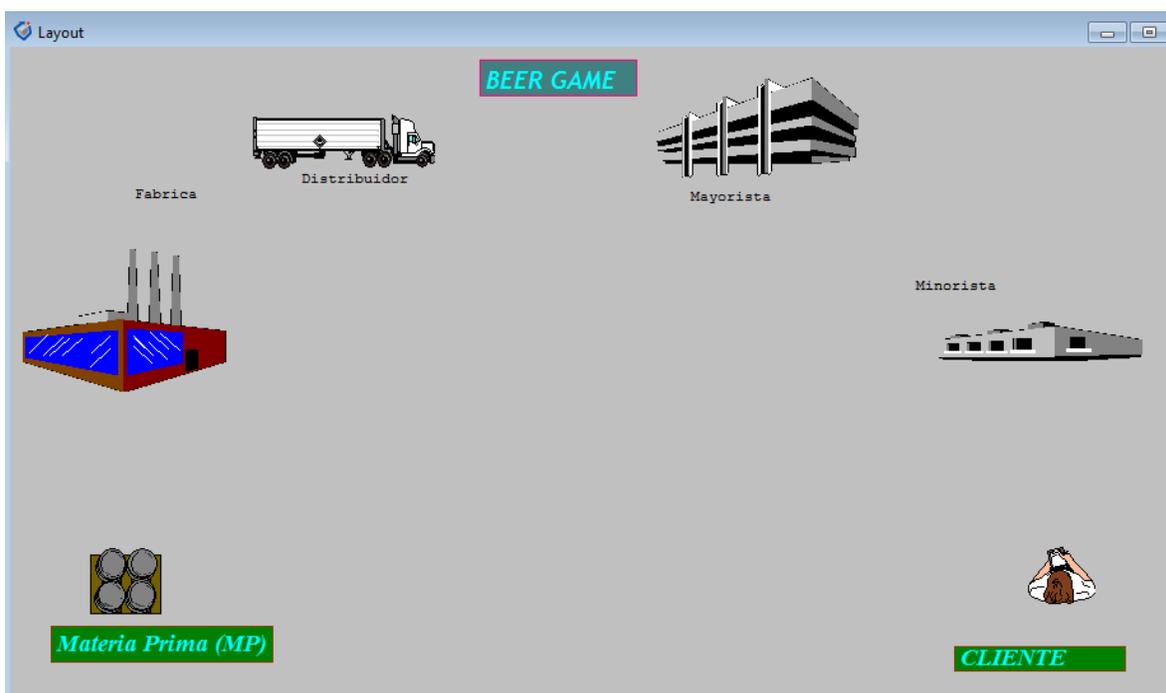


Imagen 2. Layout Simulación en ProModel
Fuente: Promodel

Icon	Name	Cap.	Units
	Materia_prima	INF	1
	Fabrica	INF	1
	Distribuidor	INF	1
	Mayorista	INF	1
	Minorista	INF	1
	clientes	INF	1

Imagen 3. Locaciones del modelo
Fuente: Promodel

Icon	Name
	Canasta_de_cerveza

Imagen 4. Entidades del modelo
Fuente: Promodel

Medidas de desempeño Promodel

Promodel entrega las siguientes medidas de desempeño:

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Materia prima	8.00	1.00	160.00	1.50	0.50	1.00	0.00	50.00
Fabrica	8.00	1.00	159.00	1.00	0.33	1.00	0.00	33.13
Distribuidor	8.00	1.00	158.00	1.00	0.33	1.00	0.00	32.92
Mayorista	8.00	1.00	157.00	1.00	0.33	1.00	0.00	32.71
Minorista	8.00	1.00	156.00	1.00	0.33	1.00	0.00	32.50
clientes	8.00	1.00	155.00	1.00	0.32	1.00	0.00	32.29

Imagen 5. Ficha de Locaciones
Fuente: Promodel

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
Materia prima	8.00	33.33	0.00	50.00	0.00	16.67	0.00
Fabrica	8.00	33.13	0.00	66.88	0.00	0.00	0.00
Distribuidor	8.00	32.92	0.00	67.08	0.00	0.00	0.00
Mayorista	8.00	32.71	0.00	67.29	0.00	0.00	0.00
Minorista	8.00	32.50	0.00	67.50	0.00	0.00	0.00
clientes	8.00	32.29	0.00	67.71	0.00	0.00	0.00

Imagen 6. Ficha de locaciones con capacidad uno
Fuente: Promodel

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Canasta de cerveza	155.00	5.00	16.50	10.00	0.00	6.00	0.50

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Canasta de cerveza	60.62	0.00	36.37	3.01

Imagen 7. Ficha entidades
Fuente: Promodel

De la simulación del modelo de la lúdica Beer Game entraron 160 cajas de cervezas, de las cuales se fueron distribuyendo por los diferentes eslabones de la cadena de suministro. Terminando como producto final 155 cajas, quedándose en el sistema 5 cajas. Durante 8 horas de simulación. La entidad Materia prima presenta un bloque de 16.67 lo que indica que se ve afectada por los demás eslabones de la cadena al estar ocupados y no permitir el envío de cajas de cerveza. La entidad caja de cervezas tuvo un tiempo promedio de operación de 6 minutos. Se recomienda estudiar que está sucediendo con la locación Materia Prima.

3.1 Equipo de trabajo

16 estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.

3 facilitadores, quienes orientaran la lúdica, 2 facilitadores de apoyo a los participantes, un facilitador de manejo de software. El tiempo aproximado requerido para el desarrollo normal de la práctica es de 3 horas.

3.2 Materiales

- Beer Game
- Software Promodel

Las dos herramientas se encuentran en el laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.

4. Conclusiones

- ✓ La lúdica Beer Game que existe en el laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, permitió que los estudiantes de Ingeniería Industrial fortalecieran los conocimientos y habilidades en el campo logístico, así como, destrezas de comunicación y trabajo en equipo.
- ✓ La primera fase propicia espacios para que los estudiantes aumenten su potencial en la innovación de nuevo conocimiento y análisis de situaciones que aporten ideas para mejorar los procesos logísticos de una cadena de suministros y la segunda fase con la simulación en software Promodel, permitió a los estudiantes tener un acercamiento real a las herramientas informáticas, generando en ellos seguridad, creatividad y motivación.
- ✓ Por último el desarrollo de las dos fases permite a los estudiantes pensar estratégicamente los procesos de la empresa y la integración en los procesos de gestión de cada función específica de la empresa.
- ✓ La metodología implementada sirve para fortalecer las competencias relacionadas con el uso de los recursos involucrados en los sistemas de producción.

5. Referencias

- BALLOU, Ronald. Logística Administración de la Cadena de Suministro. 5° ed. México: Pearson Educación, 2004. 24 p
- Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) Glosario de Términos disponible en: <http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp> [fecha de consulta: 25 de mayo de 2014]
- CHOPRA, Sunil. MEINDL, Peter. "ADMINISTRACION DE LA CADENA DE SUMINISTRO: Estrategia, Planeación y Operación" Tercera Edición, Pearson Educación, Mexico, 2008
- RIOS, I; JIMENEZ, M. "Simulación Métodos y Aplicaciones" Editorial J. Alfa Omega Grupo 2000.
- SOTO J. "Laboratorios de simulación discreta". Colombia: Postergraph S.A 2010.
- Sitio web visitado en mayo de 2014: www.beergamevalladolid.org/fundamentos

Sobre los autores

- **María Elena Bernal Loaiza:** Ingeniera de Sistemas, Magister en Investigación de Operaciones y Estadística. Docente Asistente. Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. mbernal@utp.edu.co

- **Diego Fernando Ordoñez Rosero:** Ingeniero Industrial, Especialista en Administración y Magister en Administración. Docente Auxiliar. Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. dordonez@utp.edu.co
-

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)