

Enseñanza de Programación Lineal y Juegos de Empresa

Juan Ariel Adams (1-2), adamsjuanariel@gmail.com

Marcos Daniel Benitez (1), marcosdanielben@gmail.com

Roberto Cesar Guidek (1) roberto.guidek@gmail.com

Guillermo Alfonso Domínguez (1) guillermoalfonso22@gmail.com

1) Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Autónoma de Encarnación, Paraguay.

2) Departamento de Administración, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

Recibido: 02/05/2016

Aprobado: 03/09/2016

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia de aplicación de un módulo de programación lineal que forma parte del modelo de juego de empresa Metaltec consistente en una metodología para enseñanza de optimización de procesos industriales en grupos de alumnos de grado de la materia de Investigación Operativa utilizando el análisis multivariado. En cuanto a la metodología de la investigación, en primer lugar, se llevó a cabo la exploración de la bibliografía sobre los juegos de simulación de negocios, luego se desarrolló el modelo de programación de acuerdo al caso de estudio y juego Metaltec de herrerías Unimetal ubicadas en la Ciudad de Santa María, Rio Grande do Sul, Brasil; posteriormente se aplicó el modelo en un grupo de estudiantes de la Universidad Nacional de Misiones de la carrera de Administración de Empresas de la Materia de Investigación Operativa, luego de ser adaptado el caso al contexto Argentino. Como resultado se logró estandarizar el problema de optimización del proceso productivo de una herrería, maximizando las ganancias sujeta a restricciones de recursos humanos, técnicos, de maquinarias y materia prima. En cuanto a la aplicación se logró que el 100% de los alumnos aplique satisfactoriamente el modelo a lo largo del juego, y el 60% de los alumnos logró resolver el problema complejo de programación lineal en cinco corridas (dos semanas) del juego.

Palabras Claves: Juego de empresa, programación lineal (LP), Metaltec.

Abstract

The aim of this paper is to present a linear programming module is part of the game model Metaltec consisting of a teaching methodology for linear programming in groups of undergraduate students of the field of Operational Research. Regarding the research methodology, first, was conducted to explore the literature on business simulation games, then developing the programming model according to the case study and game metaltec of forges located Unimetal in the City of Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brazil, then the model was applied in a group of students from the Universidad Nacional de Misiones in the career management in the Field of Operations Research, after being adapted the case to the context of Argentina. The result was achieved primarily to standardize the problem of optimizing the production of a blacksmith type, or profit maximizing profit subject to resource constraints, human, technical, machinery and raw material availability. As the application is to achieve 100% of students successfully applying the model throughout the game, and 60% of pupils achieving solve the complex problem of linear programming in five runs (two weeks) of the game.

Key Words: Bussines game, The linear programming (LP), Metaltec

Introducción

Entre las herramientas y técnicas de enseñanza y aprendizaje en alumnos de pregrado y postgrado y la educación en ingeniería de la administración, los juegos de simulación de empresas están tomando un mayor protagonismo porque es una técnica que incluye no sólo el contenido temático de una disciplina, sino también contenido de motivación, de actitud y sociales que dan el animador una herramienta docente con mayores posibilidades de éxito porque los estudiantes o los jugadores participan en el juego de la iteración con sus colegas, la investigación de herramientas y de experimentar el proceso de toma de decisiones con menor riesgo, en realidad, pero ciertas características del mismo, que te hace aprender jugando.

Esta investigación continúa el trabajo iniciado en el proyecto Metaltec - Juego de empresas dedicadas a la cualificación de los directivos de las Micro y Pequeñas Industrias (Rigonazgo 2007) donde se procedió a realizar una mejora o perfeccionamiento de las bases del juego, la incorporación de metodologías, la inclusión de temas en el modelo, la estandarización y la automatización de los procedimientos y mecanismos en el juego Metaltec con el objetivo de crear un módulo para el procesamiento de programación lineal (PL).

Los temas aplicados en esta investigación y en las grupos de jugadores sucesivas son de ingeniería economía, la gestión de la producción, la aplicación de la programación lineal, el análisis y proyección de la

demanda, el uso de flujo de caja, costeo variable, las decisiones conjuntas y conceptos integrados que se prueban conjuntamente o por separado, aunque nos limitamos en este artículo a presentar los resultados específicos de un módulo de programación lineal que forma parte del modelo de juego de empresa Metaltec consistente en una metodología para enseñanza de programación lineal en grupos de alumnos de grado.

El trabajo se compone de varios segmentos donde se presenta: Juegos de empresa, ejemplos existentes y herramientas y metodologías aplicables. La descripción de la práctica Metaltec, los temas y herramientas que se aplican, las técnicas y procedimientos utilizados para la automatización, los módulos y el método de iteración del juego. Desarrollo de aplicaciones temáticas. La aplicación del módulo de programación lineal en alumnos de grado de la carrera de Licenciatura en Administración de Empresas de la Universidad Nacional de Misiones, en la materia de Investigación Operativa y los resultados, modelo de maximización de ganancias estandarizado y modelo en excel de aplicaciones por los alumnos.

Desarrollo

Juegos de empresas

En la literatura la conceptualización de juegos de empresa tiene varios enfoques, entre ellas podemos decir que es una técnica de enseñanza y aprendizaje basados en la simulación, es decir, la utilización de modelos para el estudio de los problemas reales de naturaleza compleja (Ornellas et al 2008), una actividad de formación estructurada, con un objetivo de aprendizaje (Kirby, 1995), también se define como una actividad previamente planificada para afrontar los desafíos para los jugadores (Gramigna 2000), un ejercicio de toma de decisiones en torno a un modelo de operación de negocios (Santos 2003), y también las técnicas de simulación que transporte a los participantes a las situaciones específicas de la empresa, la mejora de las habilidades técnicas, la comunicación y las relaciones personales.

En el nivel más práctico u operativo, el concepto de juegos de negocios, esta basado en modelos matemáticos desarrollados para simular ciertos ambientes de las variables clave de estos entornos (Kopittke 1992), "son abstracciones de desarrollos matemáticos simplificados relacionados con el mundo de los negocios" (Santos, 2003), y "se basa en un modelo matemático específico que abarca las características físicas, tecnológicas, financieras, económicas, de una empresa real en una forma simplificada" (Rabenschlag, 2005).

Para Kirchof (2006) un juego puede ser descrito como modelos matemáticos de simulación que ayuden en la formación de personas

vinculadas a áreas que proporcionan pruebas de las estrategias empresariales, las decisiones y evaluación de las mismas.

Sobre la base de estas definiciones, juegos de negocios son modelos matemáticos para simular una situación empresarial real expresado en forma simplificada, con el objetivo de proporcionar a los jugadores los conceptos técnicos y metodologías de aprendizaje a través de los mecanismos de aplicación en apoyo del partido.

En la literatura se observa que hay una importante producción intelectual vinculada a la empresa de desarrollo de juegos en Brasil, como en el mundo, hace tan poco de los juegos desarrollados en PPGEF / UFSM, el juego de empresa de basado en el método de la unidad la producción de Endeavor (Kirchhof 2006), el juego JogABC, que ilustra a los jugadores como una empresa utiliza costeo ABC para mejorar sus procesos de producción (Rossato 2006), juego de simulación de inversiones en el mercado financiero (Portes, 2007), modelo matemático de Análisis de Inversiones de la Sociedad (De Paula Reis 2008) y también el modelo utilizado en este estudio Metaltec - Juego de empresa se centró en la calificación de los administradores de las industrias pequeñas y microempresas (Rigonazo 2007) que proporciona un modelo de información de carácter general basado en el comportamiento real de la industria de aberturas y afines de la región de Santa Maria-RS (BR)se caracteriza por estar constituido por Pymes.

En cuanto a la Argentina, existen varios desarrollo, propuestas y metodologías de juegos, que son interesantes mencionarlos, como Marin (2006) explica que el juego de roles consiste en hacer la representación crítica de un problema, cuando se desea que alguien comprenda lo más íntimamente posible una conducta o situación, se le pide que “se ponga en el lugar” de quien la vivió en la realidad. Es así que el juego de empresa toma esa premisa y la expone en un caso representativo de la realidad permitiendo al alumno ocupar temporariamente el lugar de gerente, jefe analista o actores. También el juego JSE Demo (De Luca, 2000) tiene por objeto la gestión integral de la empresa a través de información financiera y la toma de decisiones económicas en todos los ámbitos de la empresa, poniendo en el lugar del gerente al alumno.

Como se muestra en varios estudios mencionados se observa que existe una gran preocupación por la continuación de la investigación anterior por la mejora de las condiciones técnicas y las metodologías utilizadas en los juegos de empresas, debido principalmente a la necesidad de mejorar, adaptar y evolucionar en respuesta a un problema enseñanza y el aprendizaje que figuran en el negocio de los juegos.

En nuestro caso hemos procedido a crear un módulo adicional al juego Metaltec que permita generar aplicaciones de programación lineal, así

alumnos de grado y postgrado podrán hacer aplicaciones reales, sobre un caso de estudio de una empresa PYME (Marcolan, 2009).

Modelo Metaltec

Metaltec es un juego de micro y pequeña empresa, desarrollado en el Programa de Posgrado en Ingeniería de Producción de la Universidad Federal de Santa María, basada en la red de herrerías PYMES Unimetal, situado en la Ciudad de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Metaltec simula una rama industrial de herrería compuesta por PYMES, la fabricación de productos se realiza bajo pedido. Varias empresas operan en esta demanda del mercado y compiten entre sí, a través de las decisiones adoptadas en cada corrida (Rigodanzo, 2007). La simulación tiene como objetivo reproducir las condiciones reales de la gestión de dichas empresas.

Las áreas de producción, las finanzas, recursos humanos y comercialización son considerados en el modelo, y todo jugador debe tomar decisiones racionales por lo tanto debe realizar un estudio detallado de los impactos de estas decisiones en los resultados empresariales que se lleva a cabo. Existen 4 productos, de los cuales los jugadores no pueden diferenciarse por la calidad, los productos son: las ventanas, rejas, portones de contrapeso y puertas de seguridad. Los aspectos financieros contemplados en el juego para animar a los jugadores para optimizar los recursos para maximizar sus ingresos. A medida que el juego se desarrolla la toma de decisiones está influenciada por dos factores principales:

(A) los resultados adoptados en períodos anteriores y que sean conocidos por todas las empresas;

(B) las perspectivas de los resultados que sus propias decisiones o de otros jugadores pueden aparecer en el modelo de simulación en ejercicios futuros. En este segundo factor variable el riesgo está presente, y en la mayoría de los casos, los jugadores deben ejecutar o desarrollar alguna técnica o metodología apropiada a los riesgos a que están expuestos.

La dinámica del juego es sencilla, el animador (profesor) propone las condiciones del juego, estableciendo las reglas, fechas y componentes del juego, la figura 1 presenta el flujo de trabajo del juego Metaltec de acuerdo a lo presentado al alumno.

El juego de empresas Metaltec, simula el ambiente de una micro y pequeña empresa, donde los líderes (el equipo), dividen las tareas de gestión, cada miembro del equipo tiene un conjunto de tareas relacionadas y coordinar las decisiones con sus colegas.

Los equipos deben definir los objetivos para su empresa en una fase inicial del juego, planteando las estrategias de acción que deben adoptarse para alcanzar los objetivos propuestos. Ellos deberían evaluar su posición sobre los objetivos establecidos, debatir sobre el futuro de la compañía y su posicionamiento en relación a la competencia. La toma de decisiones debe ser planificada, ya que un mal diagnóstico de problema puede dar lugar a consecuencias inesperadas, incluso si está seguro de que la aplicación de soluciones aparentemente correcta.

Figura 1. Diagrama Metaltec



El juego incluye una serie de decisiones (Figura nº 2) que abarcan la compra de materias primas (hierro, aluminio, cerraduras y accesorios), el mantenimiento y la inversión en activos fijos, la contratación y el despido de funcionarios, o la capacidad de producción de maquinas y RRHH y las inversiones. El software entrega informes generales y particulares con información del mercado y las empresas, también revistas o periódicos con cambios en el mercado. Mientras que recibe en cada jugada las decisiones de cada equipo o empresa.

Figura 2. Contenidos del Juego Metaltec



El juego Metaltec software, es un sistema de información que incorpora metodologías para la gestión del juego de empresas Metaltec con el objetivo fundamental de proporcionar el docente o coordinador, la planificación formal de la administración del juego, permitiendo la incorporación de instrumentos teóricos y prácticos ingeniería de producción y, por último, la automatización de la dinámica del juego en los aspectos operacionales, tales como la recepción de las decisiones, informes y la transmisión de información y consulta con los jugadores, la figura nº 3 muestra la interfase del juego de empresa.

Figura 3. Interfase de Formulário de Decisión

Carregar dados de jogadas

Características do jogo
 Nº de empresa: 3 Período: 10
 Carga Automática
 Verificar dados ingresados

Qualmetal (1)
 Equipe: [Lista de arquivos de decisão]

Carregando.....

FOLHA DE DECISÃO

INSUMOS DE PRODUÇÃO				FINANÇAS				ESTABELECIMENTO DO CUSTO MEDIO			
INSUMO	QUANTIDADE (unidades)	A VISTA (SIM=1)		EMPRÉSTIMOS	MODOS			PRODUTO	CUSTO EM REAIS		
FERRO (KG)	3000.00	1		GIRO \$ (emprestimo)	0.00			GRADE \$	0.00		
ALUMÍNIO(KG)	33.00	1		PRAZO (SIM / NÃO)	0			BÁSCULA \$	0.00		
FECHADURAS E ACESSÓRIOS	57.00	1		FINANCIAMENTO DO IMOBILIZADO \$	0.00			PORTA DE SEGURANÇA \$	0.00		
INVESTIMENTO	0.00			RESGATE \$	0.00			PORTÃO DE CONTRAPESO \$	0.00		
IMOBILIZAÇÃO \$				APLICAÇÃO \$	0.00						
POLÍTICA DE PREÇOS				OBSERVAÇÕES E SUGESTÕES				PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO			
PRODUTO	ENTRADA(%)	DESCONTO A VISTA (R)	PREÇO \$	0.00				PRODUTO	Período de decisão atual	Período de decisão seguinte	Próximo período de decisão
GRADE	01.0%	000%	102.00					GRADE (unidades)	0.00	0.00	0.00
BÁSCULA			245.00					BÁSCULA (unidade)	0.00	0.00	0.00
PORTA DE SEGUR			305.00					PORTA DE SEGUR (unidades)	0.00	0.00	0.00
PORTÃO DE CONTRAPESO			607.00					PORTÃO DE CONTRAPESO (unidades)	0.00	0.00	0.00
RECURSOS HUMANOS								<input type="checkbox"/> Habilitar ao jogador a delimitação da produção			
FUNICIONÁRIOS		QUANTIDADE									
CONTRATADOS (UNIDADES)		0									
DEMITIDOS (UNIDADES)		0									

Modificar Decisão SAIR Carregar

La metodología de este estudio es la descripción de tareas, técnicas, etapas y procedimientos realizados para elaborar, proponer, evaluar y validar el modelo juego de empresas Metaltec, por lo que este parte se presenta la caracterización de la investigación, los mecanismos y técnicas para crear el modelo, las fases de investigación y las aplicaciones posteriores del modelo. La investigación se ordeno y desarrollo considerando las siguientes etapas:

1. Preparación - fue la etapa inicial y en los que hemos aprendido el juego, fui primero en la disciplina de los alumnos, Temas Especiales en Ingeniería de Producción: los juegos de negocios PPGEF-UFSM, que se aplicó en el primer juego en la búsqueda de Rigonazo, 2007. En este contexto, continúa con esta línea de investigación. Entre los problemas observados es la normalización y la mejora de las metodologías para un juego muy interesante como el Metaltec, a partir de la cual se define:

-Definición del Problema de Investigación

-Definición de los objetivos generales y específicos y los métodos para construir y poner en práctica el modelo.

-Definición de la hora de crear el juego y la disponibilidad de clases para su aplicación.

2. Definición: La definición de la investigación fue una revisión importante sobre todo en los juegos de las empresas existentes en Brasil y cómo se aplican.

-Revisión de la Literatura de Juegos de empresas, las metodologías utilizadas en la creación y normalización de los juegos.

-Revisión de la Literatura y las aplicaciones de software para juegos en la investigación académica.

3. Realización preliminar: fue la construcción del modelo, algunos conceptos y metodologías utilizadas.

-Definición del modelo propuesto, en particular la metodología aplicada en el modelo, el mecanismo de normalización y de su funcionamiento.

-También se definen todas las cuestiones o conceptos en el modelo, tratando de incorporar o mejorar las herramientas simples y añadir más compleja.

-Comenzar la aplicación del modelo en diferentes clases, cada una de las características, especialmente en el aspecto del conocimiento, y cada uno de ellos con una solicitud por separado.

4. Producto final: el final de ejecución se analiza las solicitudes, cada una según la información disponible y la necesidad de cada uno de ellos.

- Sistema de Análisis Metaltec donde los problemas se consideraron en la demanda, el comportamiento de las variables, la observación de las necesidades y el comportamiento de los animales es también la opinión de los jugadores.

-Mejoras y propuestas de modelo: a partir de toda la información disponible, y una vez que las aplicaciones se realizan algunas mejoras en el funcionamiento del modelo, tratando de incorporar una vez para cada aplicación.

Los procedimientos para la construcción del modelo son:

- Estudiar y analizar el modelo de herrería en el modelo de Microsoft Excel.
- Establecimiento del diagrama de flujo de cómo explicar la secuencia de instrucciones en algoritmos y programas.
- Construcción de tablas de la base de datos en Excel para analizar el comportamiento del sistema.
- Diseño del sistema visual. Establecimiento de principios básicos y generales, en lenguaje Visual Basic Project 6.0 y la base de datos y los formularios de solicitud están diseñados con Excel.
- Programación y definición de las variables.
- Definición de los procedimientos e instrucciones.
- Definiciones y redacción de manuales de usuario, los jugadores, las herramientas y el sistema de apoyo.
- La mejora continua y las pruebas de funcionamiento durante la ejecución del juego.

Debido a la complejidad del modelo y los elementos utilizados en esta investigación, modelado, metodologías y temáticas globales, las aplicaciones se realizan mediante el desarrollo de la construcción del modelo en el que se evalúan los distintos elementos y en parte a la discreción de los investigadores teniendo en cuenta la conveniencia y la disponibilidad de clases la solicitud.

La primera aplicación del modelo se evaluó el desempeño del modelo original que la metodología de estudio que representa el flujo de trabajo del juego, la decisión de examinar las formas de entrada automática de datos y problemas de aplicación de la partida. Todo esto por la observación de los problemas y los elementos encontrados en el juego de ir y analizar el comportamiento de las variables. El juego se llevó a cabo en la clase de posgraduados, segundo semestre de 2007 - PPGEP - UFSM - la disciplina de los negocios de juegos con 6 equipos (uno es el regulador) y 14 jugadores.

En la segunda aplicación del juego se centró en la incorporación de técnicas de investigación operativa específicamente para programación lineal, la construcción del sistema de apoyo a la decisión para determinar la demanda de herramientas para el análisis de tendencia y de regresión, además de decidir las políticas de las ventas, el precio, término de

descuento, el flujo de caja, ingresos, inversiones. El procedimiento es pedir a los jugadores para crear un modelo que puede ser implementado en el juego con el Metaltec y evaluar la posibilidad de incluir en el juego. El juego se ha aplicado a una clase de la disciplina de la investigación operativa de la carrera de licenciatura en Administración de Empresas de la Universidad Nacional de Misiones - Argentina, el primer semestre de 2008 con 6 equipos (uno es el regulador) y 18 jugadores. En esta segunda aplicación se procedió a evaluar a los alumnos en el aprendizaje de PL, presentando una clase previa de optimización mediante el análisis simbólico y la resolución de situaciones de varios casos de estudio (asignación, mezcla, transporte, fuerza de ventas) con el uso Solver de Excel. Con esta metodología se evaluó la aplicación de Solver en el modelo Metaltec, orientado al aprendizaje de alumnos.

Desarrollo del modelo de Programación Lineal:

En Investigación Operativa, los problemas de programación lineal (LP) son problemas de optimización en la función objetivo y las restricciones son lineales.

La programación lineal es una técnica importante de la optimización y muchos de los problemas prácticos en investigación de operaciones se pueden expresar como problemas de programación lineal. Algunos casos especiales de programación lineal, tales como problemas de redes, transporte y asignación se aplican a problemas de producción lo que ha generado un gran desarrollo en algoritmos especializados para sus soluciones como también innumerables aplicaciones en la gestión de la producción.

La Programación Lineal es un procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando la función objetivo, también lineal. Consiste en optimizar (minimizar o maximizar) una función lineal, denominada función objetivo, de tal forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones que expresamos mediante un sistema de inecuaciones lineales.

La opción Solver en Excel se puede utilizar para resolver la optimización lineal y no lineal, sujeta a restricciones lineales que contienen a las variables de decisión. Solver se puede utilizar para resolver problemas con un máximo de 200 variables de decisión, las limitaciones de 100 y 400 las limitaciones implícitas simple (límites inferior y superior y / o restricciones en las variables de decisión conjunto).

En cuanto al modelo general de programación lineal propuesto a los alumnos, se ha planteado un problema general donde los alumnos pueden plantear tanto una maximización de ganancias como una minimización de costos ya que el modelo Metaltec permite calcular tanto los costos

como las utilidades de la empresa y sujeta a las restricciones de recursos humanos (técnicos), maquinarias, materias primas disponibles, financiero, entre otros. La figura 4 muestra el modelo general propuesto a los alumnos, dejando la absoluta libertad a los mismos para plantear

Figura 4. Modelo geral de programacion linear

$$Z = \sum_{j=1}^m C_j \cdot X_j \quad \boxed{\text{Función Objetivo}}$$

$\boxed{\text{Sujeto a las siguientes restricciones}}$

$$\left\{ \sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot X_j \quad (\leq, \geq, =) b_i \right\}_{i=1}^n$$

$$X_j \geq 0, \text{ todo } j.$$

El modelo Metaltec de programación lineal encarado por los alumnos es un modelo con 4 variables “Xi” que permiten calcular la cantidad de cada producto a elaborar por la empresa y que para la mayoría de los grupos se representa con la figura 5, presentada mas abajo.

Resultados de la aplicación

En los modelos presentados por los alumnos se pudo observar que el modelo Metaltec es simple en su estructura y que permite identificar claramente las partes del PL (véase la Figura 5 y 6), es decir, maximizar o minimizar las ganancias o los costos, y determinar cuánto producir, sujeta a los cinco tipos de restricciones, este valor se establece por la demanda (o valor calculado), la disponibilidad de horas por valor de máquinas para la producción, el valor del total de horas de mano de obra disponible, las restricciones relacionadas con la disponibilidad de insumos de producción (kg de hierro, aluminio y cerraduras o accesorios y los que exigen la no negatividad) los cinco elementos se observan en los tres modelos.

Figura 5. Modelo específico planteado por los alumnos

Función Objetivo	
$\sum_1^4 C_j * X_j$	
Sujeto a las restricciones	
Cantidad max. Prod 1	$\sum_1^4 A_{1j} * X_{1j} = b_1 \leq B_1$
Cantidad max. Prod 2	$\sum_1^4 A_{2j} * X_{2j} = b_2 \leq B_2$
Cantidad max. Prod 2	$\sum_1^4 A_{3j} * X_{3j} = b_3 \leq B_3$
Cantidad max. Prod 3	$\sum_1^4 A_{4j} * X_{4j} = b_4 \leq B_4$
Cantidad max. Hierro	$\sum_1^4 A_{5j} * X_{5j} = b_5 \leq B_5$
Cantidad max. Aluminio	$\sum_1^4 A_{6j} * X_{6j} = b_6 \leq B_6$
Cantidad max. accesorios	$\sum_1^4 A_{7j} * X_{7j} = b_7 \leq B_7$
CMO Horas	$\sum_1^4 A_{8j} * X_{8j} = b_8 \leq B_8$
CMI Horas	$\sum_1^4 A_{9j} * X_{9j} = b_9 \leq B_9$
No negatividad	$\sum_1^4 X_j \geq 0$

El PL se ha aplicado a la decisión de 5 corridas (o periodos) del juego (dos semanas), de los 5 equipos participantes del experimento recibimos la presentación de tres modelos para tres equipos, dos de los mismos presentaron la maximización del ganancias y el otro con los minimización de costos en la empresa Metaltec, los otros dos equipos no lograron presentar el modelo de PL resuelto al cabo de las dos semanas. Luego de las 5 semanas de aplicación todos los alumnos lograron realizar la aplicación.

Durante la aplicación se observó que los estudiantes tuvieron en los primeros cinco períodos estrés debido principalmente a la complejidad del modelo Metaltec y la dificultad de implementar un modelo de PL y la presentación de cada una de las decisiones.

Una observación importante en cuanto al aspecto actitudinal de los alumnos, fue que luego de pasadas 10 corridas todos los alumnos se mostraron contentos porque según ellos la solución del caso los lleva o acerca más a la realidad en un contexto fuera del libro y por lo tanto apreciar la importancia de la experiencia para su desempeño en el trabajo futuro, que fue observado por diferentes aplicaciones y sensibilidades que hicieron los alumnos como precio sombra y sensibilidades que fueron realizadas por motus propio.

El principal uso del modelo fue el cálculo de la producción (demanda futura) ya que tenían que determinar cuanto producir en periodo subsiguiente.

Figura 6. Modelo en Excel presentado por los alumnos

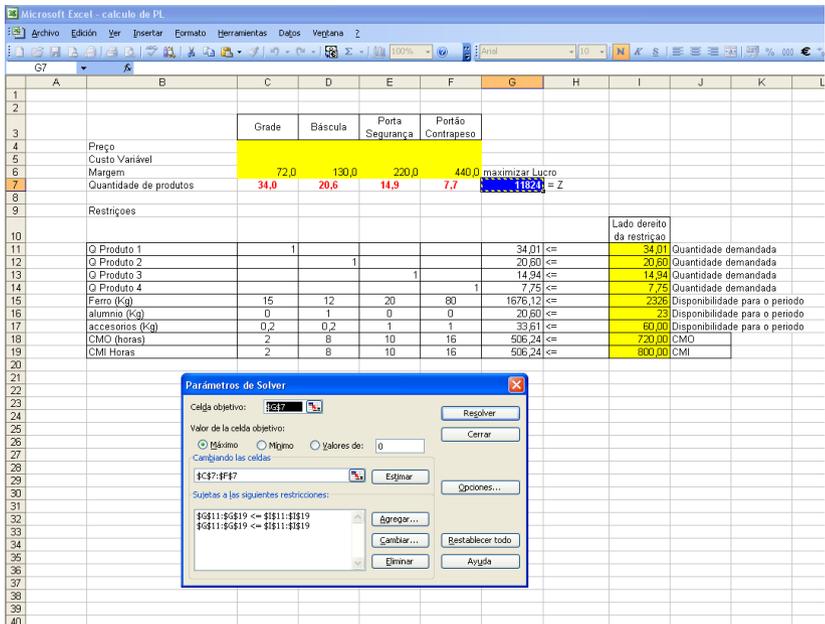
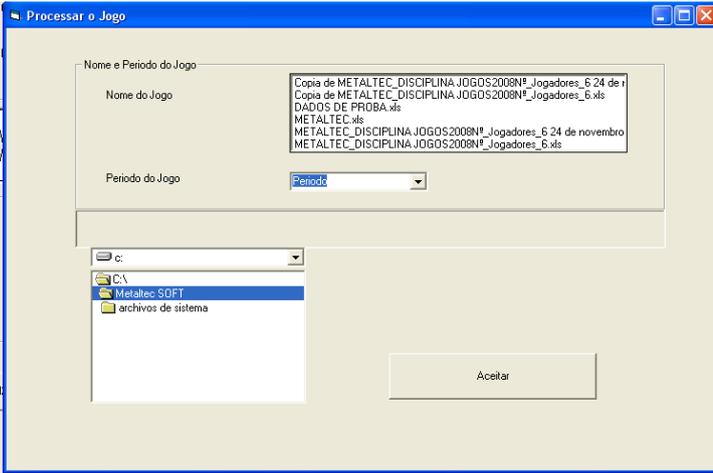


Figura 7. Pantalla del juego que genera la programación lineal de cada jugador



La figura 6 muestra el modelo de Excel con la optimización realizada por los alumnos, en ella se muestra una aplicación de solver sobre el Excel generando el valor de la producción para el periodo subsiguiente donde el alumno logra determinar el valor óptimo de cada producto sujeto a las restricciones de materia prima disponible, recursos humanos, limitaciones de no negatividad y cantidad máxima a producir. También se observó la aplicación de precios sombras para analizar la sensibilidad de los recursos y con ellos determinar que recursos ajustar o mejorar en la producción de cada corrida del juego.

A partir de este experimento, se llevó a cabo una estandarización del módulo de programación lineal (Figura nº 7) del juego que permite un modelo de PL de maximización del beneficio para calcular el valor óptimo para cada empresa y para cada periodo, dependiendo de la configuración con la que el animador puede aplicar en cualquier clase con una formación mínima en PL todo ello se ejecuta con algoritmos de Visual Basic Application que estandariza el Solver a partir de Excel.

Conclusión

Como resultado primeramente se logró estandarizar el problema de optimización de la producción de una herrería tipo, maximizando el lucro o ganancia sujeto a restricciones de recursos, humanos, técnicos, maquinaria y disponibilidad de materia prima. En cuanto a la aplicación se logró que el 100% de los alumnos aplique satisfactoriamente el modelo a lo largo del juego, y el 60% de los alumnos logró resolver el problema complejo de programación lineal en cinco corridas del juego.

El sistema Metaltec Software ofrece un modelo práctico para la aplicación, ayudando y apoyando la labor del docente y animador en el manejo del juego mediante la automatización de la mayoría de las actividades, lo que permite la inclusión, la coordinación, evaluación y seguimiento de temas para el aprendizaje de técnicas y herramientas de gestión como parte de pregrado, de postgrado. El modelo de aplicación del juego de empresa, ilustrado por Metaltec alcanza sus objetivos iniciales al desarrollar una metodología de aplicación al juego de empresa, estableciendo así la normalización de la solicitud y/o dinámico, inserto los módulos temáticos subdividiéndolos en niveles haciéndose así la aplicación flexible de los objetivos y también ha iniciado el proceso de automatización de la aplicación del software del juego.

Lo interesante de este juego es que permite por medio de la simplicidad de una empresa de herrería aplicar conceptos claves de PL, siendo necesaria aplicaciones posteriores a grupos de alumnos de otras universidades de la región para mejorar su aplicación, como también es posible transferir la aplicación del PL a otros juegos de empresas de la región adaptando la metodología.

Bibliografía

- Brodbeck, A. F.; Hoppen, N. Modelo de alinhamento estratégico para implementação dos planos de negócio e de tecnologia de informação. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 24., 2000. Florianópolis. Anais Florianópolis: ANPAD, 2000.
- Everton Kirchof. Métodos das UEP para definição dos custos dos produtos, 2006 SM-RS LOPES, Maurício C. Jogo de Empresas LIDER: Aperfeiçoamento do modelo e do sistema. Dissertação de Mestrado. EPS/UFSC, Florianópolis, 1994.
- Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- Gramigna, M. R. M. Jogos de empresa e técnicas vivenciais. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- Gramigna, M.R. Miranda. Jogos de empresas. São Paulo: Makron Books, 1993.
- Kirby, A. 150 Jogos de treinamento. São Paulo: T&D Editora, 1995. Tradução e Adaptação José Henrique Lamensdorf.
- Kirby, Andy. 150 jogos de treinamento. São Paulo: T&D, 1995. 320p.
- Kirchof, E. D. Desenvolvimento de um jogo de empresas utilizando o método das UEP para definição dos custos dos produtos. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- Kopittke, B. H. Jogos de empresa: novos desenvolvimentos. 1992. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1992.
- Kopittke, B. H. Jogos de empresas: novos desenvolvimentos. Florianópolis, EPS-UFSC, p.1-16, 1992.

- Kopittke, B. H. Simulação empresarial: faça o seu jogo. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, XIII, 1989, Belo Horizonte. Anais V. 1, p.505-513.
- Lopes, Paulo C. Formação de Administradores: Uma Abordagem Estrutural e Técnico-Didática. Florianópolis, 2001b. 210p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001a.
- Lopes, P. C. Jogo de Empresas Geral: a Perspectiva do Animador com a Utilização na Pós-Graduação Lato Sensu. XXV ENANPAD: Salvador, 2001a. Artigo disponível em: <http://www.angrad.com>. Acesso em out/2003.
- Marcolan A. F, Rabenschlag, D. R, Guidek, R.C. - Juego de empresas Metatec, metodologías para la enseñanza y aprendizaje en ingeniería industrial e investigación operativa - PRESENTACIÓN GENERAL DEL MODELO – Encuentro de Profesores de Investigación Operativa – 22 ENDIO – 20 EPIO – año 2009.
- Ornellas Alander, Renato de Campos; jogos de empresas: criando e implementando um modelo para a simulação de operações; Revista produção, ISSN 1676 - 1901 / Vol. 8/ Num. 2/ Julho/2008.
- Rabens Chlag, D. R. Um modelo probabilístico para abordar o risco com ilustrações em jogos de empresas. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- Rocha, L. A. G. Jogos de empresa: desenvolvimento de um modelo para aplicação no ensino de custos industriais. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- Rocha, Luiz Augusto de G. Jogos de empresa: desenvolvimento de um modelo para aplicação no ensino de custos industriais. Florianópolis, 1997. 56p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1997.
- Rossato, R. R. O jogo de empresas baseado no custeio ABC JogABC. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- Santos Filho, H. Cultura e aprendizagem nas organizações: desenvolvimento de um laboratório suportado por jogos de empresa. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 004.