

Diseño de procesos operativos mediante la metodología de teoría de restricciones en el Parque Explora Medellín*

Revista Soluciones de Postgrado EIA, Número 2. p. 135-144 Medellín, junio de 2008

Jorge Andrés Urreta Arango** y Mauricio Aristizábal Sorza***

* Artículo basado en el trabajo de grado exigido como requisito para obtener el título de Especialista en Gerencia de la Producción y el Servicio de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. Director del proyecto: Andrés Correa Zapata, 2007.

** Ingeniero Industrial y Especialista en Gerencia de la Producción y del Servicio de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. andresurreta@gmail.com.

*** Ingeniero Civil y Especialista en Gerencia de la Producción y del Servicio de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. masorza@hotmail.com.

DISEÑO DE PROCESOS OPERATIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA DE TEORÍA DE RESTRICCIONES EN EL PARQUE EXPLORA MEDELLÍN

Jorge Andrés Urreta Arango y Mauricio Aristizábal Sorza

Resumen

La teoría de restricciones (TOC, por su sigla en inglés) representa una valiosa herramienta para el mejoramiento sistémico de los procesos, en la medida en que ayuda a identificar y explotar con eficiencia los recursos restrictivos para mejorar la productividad del sistema global. Por su efectiva aplicación en el campo de la producción, esta teoría ha demostrado con creces sus fortalezas, pero de igual manera su uso en el área de servicios y más específicamente en el campo de la logística y la administración de operaciones se concibe hoy por hoy como una importante herramienta de mejoramiento continuo que redunde en mejores resultados para las organizaciones. Este estudio se realiza con miras a obtener el máximo beneficio en materia de planeación de operaciones y flujo de visitantes, para luego aplicarlo al Parque Explora de Medellín, un museo interactivo de ciencia y tecnología que se abre al público a finales de 2007. A su vez, dicho museo interactivo se constituirá en una herramienta de apoyo para la aplicación y divulgación de la ciencia y la tecnología en la ciudad.

Palabras clave: TOC, teoría de restricciones, flujo de visitantes, museo interactivo, simulación discreta.

Abstract

The Theory of Constraints (TOC) represents a valuable tool for the systemic improvement of processes since it helps in the identification and efficient use of restrictive resources and, therefore, in the productivity increase of the global system. Due to its effective application in the production field, TOC has widely demonstrated not only its strength, but also its use in the services area, particularly in logistics and management operations. Nowadays, it is considered an important tool for the continuous improvement which generates better results for organizations. This study tries to obtain the maximum benefit in terms of operations planning and visitors flow. TOC, was applied to Parque Explora, an interactive museum of science and technology, opened to the public at the end of 2007 and will certainly become a supporting instrument for the application and dissemination of science and technology in the city of Medellín.

Key words: TOC, theory of constraints, flow of visitors, interactive museum, discrete simulation.

Diseño de procesos operativos mediante la metodología de teoría de restricciones en el Parque Explora Medellín

Jorge Andrés Urreta Arango y Mauricio Aristizábal Sorza

Revista Soluciones de Postgrado EIA, Número 2, p. 135-144. Medellín, junio de 2008

Introducción

La teoría de restricciones TOC (Theory of Constraints) aplica el proceso de pensamiento de causa-efecto utilizado en las ciencias exactas para entender, proponer y ejecutar cambios de mejora en las organizaciones con ánimo de lucro o sin él.

La teoría de restricciones nació como solución a un problema de optimización de la producción. Hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización, desde los procesos centrales hasta los problemas diarios.

La teoría de restricciones fue expuesta por primera vez por Eli Goldratt, al co-

mienzo de la década de los ochenta, y desde entonces ha sido utilizada ampliamente en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Se basa en el hecho simple de que los procesos multitarea de cualquier ámbito solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador en el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza en el principal factor limitante y dilucida los hallazgos y apoyos. En la descripción de esta teoría, los factores limitantes se denominan recursos restricción o “cuellos de botella”.

En el Parque Explora, se observa la necesidad de implementar un sistema de mejoramiento continuo que satisfaga en forma eficiente la demanda de visitantes a las diferentes experiencias y espacios interactivos. Para ello se define que la teoría de restricciones proporciona la solución más adecuada en materia de diseño de procesos operativos para el Parque.

Método y aplicación

Planteamiento del problema

El trabajo investigativo y de análisis de los procesos operativos del Parque Explora mediante herramientas de teoría de restricciones se desarrolló por medio de simulación discreta, y tras identificar las restricciones se procedió a rediseñar dichos procesos con el método de mejoramiento continuo de cinco pasos del TOC.

Sólo se estudiaron los procesos operativos de carácter logístico y de manejo de visitantes a los diferentes espacios del Parque Explora de la ciudad de Medellín. El estudio se realizó entre los meses de septiembre y noviembre de 2007, con el objetivo de optimizar el flujo de visitantes al Parque Explora mediante el diseño de procesos operativos eficientes, usando el método de cinco pasos de la teoría de restricciones TOC.

El Parque Explora

Es un parque interactivo de 25.000 m² para la apropiación y la divulgación de la ciencia y la tecnología, concebido en el Plan de Desarrollo de Medellín 2004-2007 "Medellín, compromiso de toda la ciudadanía" como un nuevo espacio urbano que exalta la creatividad y brinda a toda la población la oportunidad de experimentar, de aprender divirtiéndose y de construir un conocimiento que posibilite el desarrollo, el bienestar y la dignidad.

La simulación de sistemas ofrece un método para analizar el comportamiento de los sistemas. Aunque varían en sus características y complejidades, la síntesis de la formación de modelos, la ciencia de la computación y las técnicas estadísticas que representa este tipo de simulación constituye un conjunto útil de métodos para aprender sobre estas características y complejidades e imponerles una estructura.

Para el desarrollo del presente trabajo se simula el funcionamiento del Parque Explora Medellín en cuanto al flujo de los visitantes y sus tiempos de permanencia en las instalaciones del Parque. Este modelo se creó con el fin de hallar la restricción o restricciones del Parque, teniendo en cuenta el número estimado de visitas diarias, la distribución horaria de arribos, las capacidades de los espacios y las duraciones medias o estimadas de estadías en cada espacio.

El modelo parte de la definición de cuatro salas interactivas, el cine y el acuario, cada espacio caracterizado como un subsistema con sus respectivas capacidades, previendo una cola para el ingreso a cada espacio y un contador de visitas. El paso de una sala a otra lo establecen una serie de rutas ajustadas. Cada ruta representa las opciones de los visitantes y el orden en que ingresarían a los espacios de su elección. Por ejemplo, primero cine y después sala 1, o primero acuario y después sala 4 y sala 2, y

así sucesivamente hasta formar 25 rutas posibles que el sistema arroja como un atributo a los visitantes de acuerdo con una tabla empírica de probabilidad.

El modelo simula el arribo de visitantes al Parque con una distribución horaria y diaria, dependiendo del día de la semana que se quiera simular. Los visitantes llegan a la zona de taquillas y seguidamente a la sala abierta, de allí se dirigen a cada una de las cuatro salas o al acuario dependiendo de la ruta asignada por el sistema.

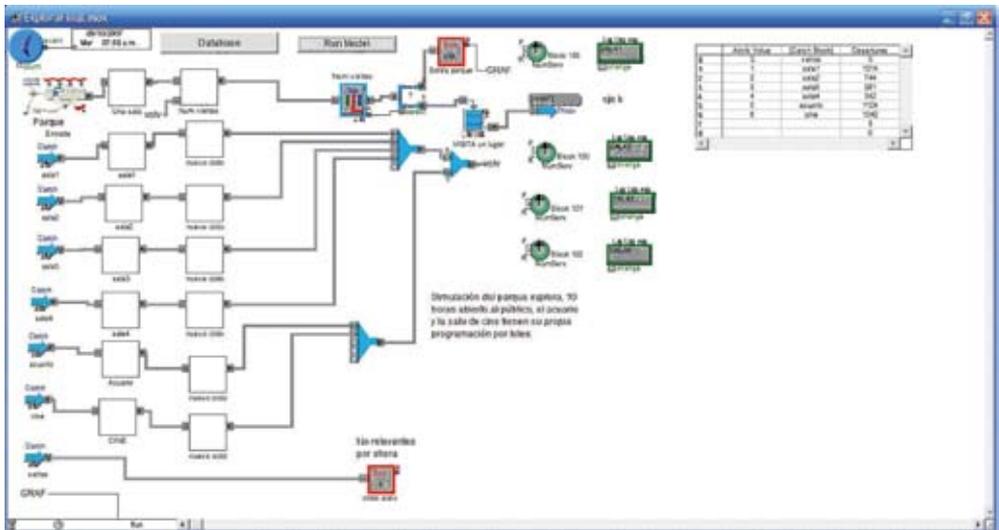


Figura 1. Modelo de simulación primer nivel Parque Explora Medellín

Para esta etapa del desarrollo del trabajo se analizó toda la información arrojada por Extend 6.0, fruto de aplicar y documentar la simulación 5 veces para cada día de la semana entre martes y domingo, realizar la compilación de la

información para hallar lo que se determinó *día tipo* mediante la media aritmética entre los datos máximos, mínimos y promedio para cada día y, por último, determinar la información del *mes tipo* (diciembre de 2007 para este caso).

Para cada espacio del Parque se tomaron en cuenta dos objetos de estudio (procesos y colas), primero se llevó a cabo el análisis de las colas (se refiere al ingreso a las salas) y después el de los procesos de estadía en las salas o espacios.

Se desarrolló un análisis de puntos críticos (mínimos, máximos, promedios y otros), para cada factor por evaluar, de allí se consideró el *mes tipo*. Para los tiempos dados en minutos se llevó la conversión a horas y para la cantidad de personas se aproximó el decimal al entero siguiente.

Los aspectos evaluados fueron los siguientes: extensión promedio, espera promedio, extensión máxima, espera máxima, número de arribos y salidas de personas y porcentaje de uso de cada sistema.

El acuario presenta una cola máxima de 222 minutos, equivalentes a 3,7 horas de espera, la siguiente cola es el cine que presenta una espera máxima de 130,7 minutos, equivalente a 2,18 horas y la última es la sala 1 que presenta una espera máxima de 53,5 minutos, equivalentes a 0,89 horas. Para las salas 2, 3 y 4 la espera máxima es inferior a la espera máxima adoptada como política del Parque Explora Medellín, descartando de una vez las anteriores como procesos restrictivos del Parque Explora Medellín. La primera restricción es el acuario que genera una cola de 75,8 minutos, equivalentes a 1,26 horas de espera, la siguiente cola es el espacio Cine que presenta una espera

promedio de 60,8 minutos, equivalentes a 1,01 horas de espera.

La extensión máxima en cola se refiere al máximo de personas que esperan el tiempo máximo en cola, estas cantidades se presentan a continuación para los tres tiempos máximos restrictivos en el orden descrito. Para el Acuario se presenta una cantidad máxima de visitantes de 118 personas, para la sala Cine se presenta una cantidad máxima de 330 personas y para la sala 1 se presenta una cola de 240 personas. En este caso las colas más largas y con más visitantes son el espacio Cine con un 93% y el espacio Acuario con un 75%, lo que significa que en estos dos espacios las colas fueron permanentes y de poca evacuación.

Identificación de las restricciones

El estudio realizado mostró que se tienen tres restricciones en el sistema y se presentan en el proceso *Cola*, en combinación con el tiempo máximo de espera, ya que son superiores a los esperados máximos planeados por la gerencia del Parque Explora Medellín (35 minutos).

Estos son los resultados obtenidos durante el análisis:

El acuario presenta una cola máxima de 3,7 horas de espera, la siguiente cola es el cine con una espera máxima de 2,18 horas y la última es la sala 1 cuya espera máxima es de 0,89 horas; esto relaciona

directamente el resultado con la cantidad máxima de personas que hacen fila en este periodo, lo cual no es directamente proporcional.

El análisis muestra que los demás valores medidos no presentan restriccio-

nes para el sistema. Existen valores que pueden convertirse en actividades críticas pero no restrictivas. Entonces, las restricciones en que se hace énfasis y en que se desarrollan los siguientes pasos del TOC son las colas del acuario, del cine y de la sala 1.

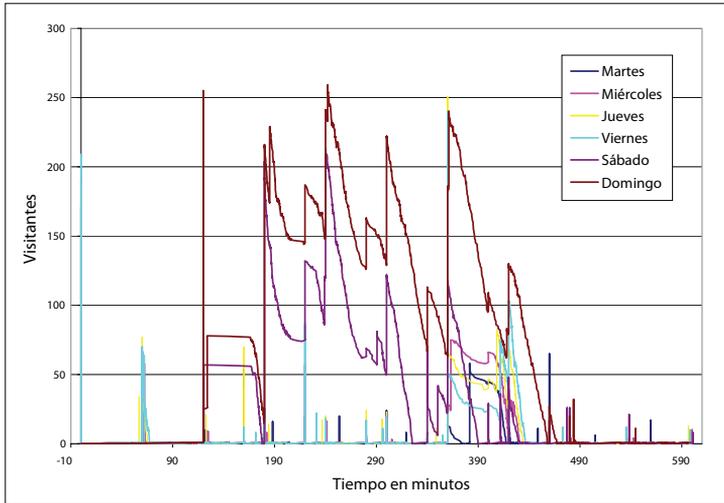


Figura 2. Tiempo de espera. Sala 1 Parque Explora Medellín

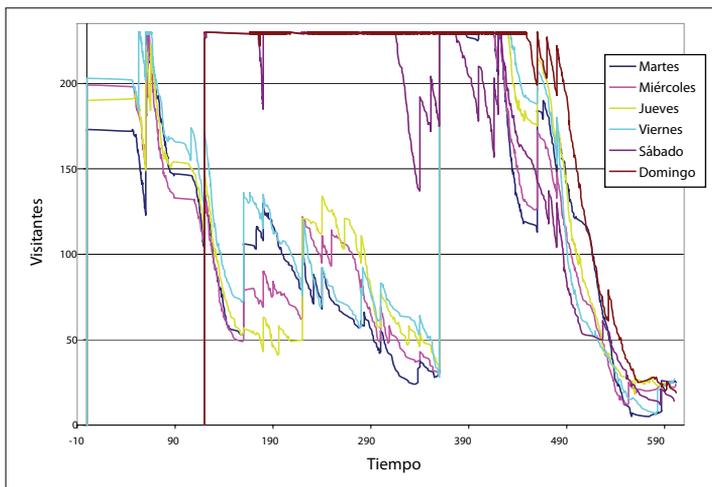


Figura 3. Ocupación diaria y horaria. Sala 1 Parque Explora-Medellín

Explotación de las restricciones

Las restricciones generadas por el cine y por el acuario son directamente eliminables mediante medidas estratégicas gerenciales, previniendo las entradas del cine y del acuario con horarios preestablecidos y de acuerdo con la capacidad y duración específicas, ya que estos dos espacios son guiados y con tiempos de función para el caso del cine y con recorridos que comienzan cada media hora, para el caso del acuario.

En taquillas se venderá la entrada para los espacios mencionados según el horario de ingreso al Parque y la disponibilidad de tiquetes por horario y capacidad. Al visitante se le explicará que tiene determinado tiempo libre para visitar otro espacio del Parque Explora Medellín, así estas restricciones desaparecen, pues se vuelven colas virtuales y no reales, ya que los visitantes no hacen fila en el sitio del torniquete frente al ingreso de los espacios, sino que ya tienen un horario preestablecido para la visita del espacio, al cual deben acudir 10 minutos antes de la función que está impresa en su boleta, mientras tanto pueden recorrer otros espacios o salas del Parque.

Tras el análisis anterior, se define que el proceso restrictivo identificado como tal y objeto de la metodología de 5 pasos de TOC es la sala 1 (una de las 4 salas del Parque Explora, la cual no se tiene

identificada aún en el plano real, solo se prevé que sea la más atractiva para el público), ya que es un espacio de libre permanencia y la sala permanece colmada la mayoría de tiempo, así que para este espacio se procede a realizar un análisis profundo para determinar realmente qué día o días se presenta la restricción. Del análisis se puede afirmar que la restricción se presenta los días sábado y domingo, que es cuando hay mayor flujo de visitantes.

Por lo tanto, explotar esta restricción al máximo requiere un enfoque inverso que minimice en lugar de maximizar el tiempo de espera de esta fila. Para minimizar esta restricción se deben definir, en primera instancia, las señales de alarma (cuerda o "rope" en el enfoque TOC) para proceder a realizar una motivación de visita de las otras tres salas por medio de publicidad intensa previa a los picos de la fila, motivación voz a voz de los operadores del Parque Explora Medellín en la cola de ingreso o invitando al público, mientras hacen la fila, a que visite los diferentes espacios adicionales de la oferta posible.

Otra disposición alternativa, pero que requiere un mayor estudio sería entregar en la fila de esta sala 1 una ficha de acceso rápido con color o marcación distintiva que les permita a los visitantes regresar en el tiempo que su ficho indique (esto garantiza el amortiguador o "buffer" ante la restricción), en la medida que los sistemas de información y simulación del

Parque permiten predecir la extensión y duración promedio de la fila mediante simulaciones profundas, estableciendo un nuevo horario de regreso al visitante, evitándole realizar la fila física y permitiéndole visitar otros espacios del Parque durante ese período.

Una última medida posible sería establecer la preventa por horario para esta sala 1, solo los días sábado y domingo, o en las horas de mayor afluencia de visitantes, evitándole al usuario esperas tediosas y redistribuyendo la demanda general del Parque en las demás salas y espacios complementarios.

Subordinación del sistema a la restricción

De acuerdo con las propuestas planteadas en el punto anterior, se define que para subordinar todo el sistema a la restricción (fila de la sala 1 los fines de semana), se debe minimizar esa cola, distribuyendo los visitantes que ingresan al Parque en las demás salas y espacios del Parque, pues así se podrá marcar un ritmo similar del flujo de espera en las colas de las diferentes salas (tambor o “drum” en el enfoque TOC), nivelando las capacidades individuales del sistema.

Esta selección de estrategias se debe llevar a cabo mediante políticas y acciones combinadas de carácter estratégico de la alta gerencia, comerciales, de mercadeo, de comunicaciones y, por último, de operaciones y de servicio al cliente para obtener la máxima efectividad en el manejo logístico del flujo de visitantes al Parque Explora Medellín.

Conclusiones

La simulación discreta, tras su efectiva aplicación para el desarrollo de este trabajo, se reafirma como una herramienta de sumo valor en el apoyo a la planeación de flujos de visitantes en un sistema discreto como lo es el Parque Explora Medellín.

Mediante esta vía de carácter tecnológico se permitió prever el comportamiento de ingreso y distribución de visitantes a los diferentes espacios del Parque Explora y de esta manera aplicar y facilitar la toma de decisiones.

La teoría de restricciones representó una valiosa herramienta para el mejoramiento sistémico de los procesos logísticos de visitantes del Parque Explora, en la medida que permitió identificar y explotar eficientemente los recursos restrictivos y de esta manera mejorar la productividad del sistema global.

Bibliografía

GOLDRATT, Eliyahu M. *La meta, un proceso de mejora continua*. Madrid: Díaz De Santos, 2005, 402 p.

----- *El síndrome del pajar*. Madrid: Díaz de Santos, 2005. 248 p.

----- *La carrera*. Barcelona: Castillo, 1986. 253 p.

MILLARD, Bob. *Good bye, MRP. Hello, FRP*. En: *The Performance Advantage*, August 1996, pp. 50-52.

WILSON, Ken. Getting a handle on complex manufacturing. En: *The Performance Advantage*, March 1997, pp. 64-66.

Chesapeake Consulting Inc. <http://www.chesapeake.com>, septiembre de 2007

AMR Research. <http://www.advmfg.com>, septiembre de 2007.

APICS. The Association for Operations Management. <http://www.apics.org>, septiembre de 2007.