

ILUMNO

EL ARTE DEL MODELADO DE LA IO

EL ARTE DEL MODELADO DE LA IO

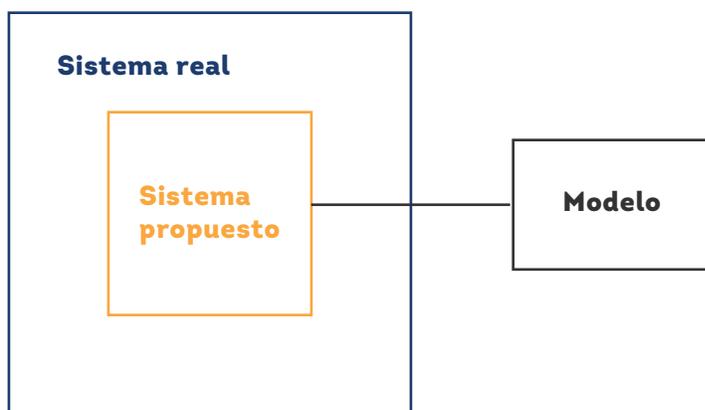


FIGURA 1. Niveles de abstracción en el desarrollo de un modelo Fuente: Creación propia

En la figura anterior, se puede observar los niveles de abstracción que caracterizan el desarrollo de un modelo de IO.

En este modelo, de la situación real se abstrae el sistema real supuesto al enfocarnos en las variables dominantes que controlan el comportamiento del sistema real. Así, el modelo expresa de una manera razonable las funciones matemáticas que representan el comportamiento del sistema real supuesto.

Vamos a ilustrar los niveles de abstracción en el modelado, consideremos a la empresa Convertidora Presto, S.A , la cual se dedica a producir varios recipientes de plástico.

PROCESO

Según Taha (2012), cuando se emite una orden de producción al departamento de producción, las materias primas necesarias se toman de los inventarios de la empresa, o bien se adquieren con proveedores externos. Cuando se completa un lote de producción, el departamento de ventas se encarga de distribuir el producto a los clientes.



A continuación, consideremos la siguiente pregunta:

¿CÓMO PUEDE UN MODELO REPRESENTAR ESTA SITUACIÓN?

Para Taha (2012), una de las acciones es examinar todo el sistema, al hacerlo se puede observar que algunas variables pueden incidir directamente en el nivel de producción. Consideremos la siguiente lista parcial clasificada por departamentos, de acuerdo con Taha (2012).

1. Departamento de producción: la capacidad de producción identificada en función de:
Las horas de mano de obra y máquina disponibles

Inventario en proceso

Normas de control de calidad

2. Departamento de materiales:

Inventario disponible de materias primas

Programas de entrega de proveedores externos

Limitaciones de almacenamiento

3. Departamento de ventas:

Pronóstico de ventas

Capacidad de las instalaciones de distribución

Eficacia de las campañas publicitarias

El efecto de la competencia.



La producción, los materiales y las ventas arrojan variables que afectan el nivel de producción en Convertidora Presto, S.A. Se complicaría un poco si quisiéramos establecer relaciones funcionales explícitas entre ellas y el nivel de producción.

En términos abstractos, definidos los límites del mundo real supuesto, podemos aproximar el sistema real si consideramos dos parámetros dominantes, según Taha (2012):

- 1. Tasa de producción:** las variables implicadas en este cálculo son la capacidad de producción, las normas de control de calidad y la disponibilidad de las materias primas. Así que la simplificación a partir del sistema real al sistema real supuesto se logra "concentrando" varios parámetros del mundo real en un único parámetro del sistema real supuesto. Es más fácil abstraer un modelo desde el sistema real supuesto.
- 2. Tasa de consumo:** la variable implicada aquí son los datos de ventas que determinan la tasa de consumo. Con las tasas de producción y consumo se pueden establecer medidas de exceso o escasez de inventario. Entonces, decimos que el modelo abstraído puede construirse para equilibrar los costos, conflictivos de exceso y escasez de inventario; es decir, para minimizar el costo total del inventario (pág. 7).



MÁS ALLÁ DE LAS MATEMÁTICAS

Como hablamos anteriormente, no siempre el estudio de investigación de operaciones está enraizado en el análisis matemático.

“

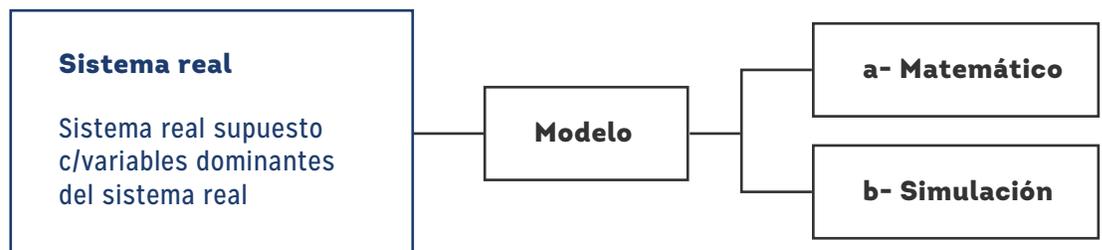
Aunque el modelado matemático es fundamental en la IO, primero se deben explorar métodos más sencillos. (Taha, 2012, pág. 7).

”

Puede suceder que, en algunos casos, obtengamos una solución de “sentido común”, mediante observaciones sencillas. En realidad, el elemento humano afecta la mayoría de los problemas de decisión; por eso, un estudio de la psicología de las personas puede ser estratégico para resolver el problema.

A continuación, de acuerdo con Taha (2012), se presentan tres ejemplos que respaldan este argumento.

1. Al atender quejas sobre la lentitud de los ascensores en un gran edificio de departamentos, el equipo de IO percibió la situación en principio como un problema de línea de espera que podría requerir el uso del análisis matemático o la simulación de colas.



Después de estudiar el comportamiento de las personas que se quejaron, el psicólogo del equipo sugirió que se instalaran espejos de cuerpo completo a la entrada de los ascensores. Como por arte de magia, las quejas desaparecieron, ya que las personas se mantenían ocupadas observándose a sí mismas y a las demás mientras esperaban el ascensor.

2. En un estudio de los mostradores de documentación en un gran aeropuerto inglés, un equipo de consultores estadounidense y canadiense utilizó la teoría de colas para investigar y analizar la situación. Una parte de los expertos recomendó utilizar rótulos bien colocados que informaran a los pasajeros que si la salida de su vuelo era en 20 minutos avanzaran al inicio de la cola y solicitaran el servicio de inmediato. La solución no tuvo éxito, porque los pasajeros, en su mayoría de provenientes de otras culturas, estaban “condicionados a un comportamiento muy estricto en las colas” y, por consiguiente, se rehusaban a adelantarse a otros que esperaban en la cola.
3. En una fundidora de acero de la India, como primera actividad se producen lingotes a partir del mineral de hierro, los cuales se utilizan después en la fabricación de varillas y vigas de acero. El gerente notó una gran demora entre la producción de los lingotes y su transferencia a la siguiente fase de fabricación (donde se elaboraban

AUNQUE EL MODELADO MATEMÁTICO ES FUNDAMENTAL EN LA IO, PRIMERO SE DEBEN EXPLORAR MÉTODOS MÁS SENCILLOS.

los productos finales). Idealmente, para reducir el costo de recalentamiento la fabricación debía comenzar en cuanto los lingotes salieran del horno. Al principio el problema se percibió como una situación de equilibrio de la línea de producción, el cual podría resolverse reduciendo la producción de lingotes o incrementando la capacidad del proceso de fabricación. El equipo de IO utilizó tablas sencillas para registrar la producción de los hornos durante los tres turnos del día. Se

descubrió que aun cuando el tercer turno comenzaba a las 11:00 p.m., la mayoría de los lingotes se producían entre las 2:00 y las 7:00 a.m. Una investigación más a fondo reveló que los operadores del turno preferían descansar más al principio del turno y luego compensar durante la madrugada la producción perdida. El problema se resolvió “nivelando” la producción de los lingotes a lo largo del turno (Pág. 8).

De estos ejemplos, según Taha (2012), se pueden obtener tres conclusiones:

1. Antes de arriesgarse en un complicado modelado matemático, el equipo de IO debe explorar la posibilidad de utilizar ideas “agresivas” para resolver la situación. La solución del problema de los ascensores con la instalación de espejos se basó en la psicología humana más que en el modelado matemático. Siendo esta más sencilla evitando un mayor costo en la inversión que una recomendación de un modelo matemático
2. Cualquier recomendación de un modelo matemático pudiera haber producido un mayor costo. Quizás esta sea la razón de que los equipos de investigación de operaciones suelen recurrir a los conocimientos de personas “externas” que se desempeñan en campos no matemáticos (el psicológico en el caso del problema de los elevadores).
3. Las soluciones se originan en las personas y no en la tecnología. Cualquier solución que no tome en cuenta el comportamiento humano probablemente falle. Aun cuando la solución matemática del problema del aeropuerto pudo haber sido razonable, el hecho de que el equipo consultor no se percatara de las diferencias culturales entre los Estados Unidos e Inglaterra (los estadounidenses y los canadienses tienden a ser menos formales) dio por resultado una recomendación que no se podía poner en práctica (Págs. 8-9).

En pocas palabras, si bien la programación lineal se considera una técnica exitosa, existe la tendencia de utilizarla para modelar “cualquier” situación. Como consecuencia, esa forma de accionar suele conducir a un modelo matemático del todo alejado de la situación real. De tal manera, como indica Taha (2012):

(...) Es imperativo que se analicen primero los datos disponibles aplicando las técnicas más simples siempre que sea posible (por ejemplo, promedios, gráficas e histogramas), para determinar el origen del problema.

Una vez que se define el problema, puede decidirse cuál será la herramienta más apropiada para la solución.

En el problema de la fundidora de acero, todo lo que se necesitaba para aclarar la situación de la producción de lingotes era la elaboración de tablas sencillas (Pág. 9).



LAS FASES DE UN ESTUDIO DE IO

“

Los estudios de investigación de operaciones se basan en la labor de equipo, donde los analistas de IO y el cliente trabajan mano a mano. (Taha, 2012, Pág. 9).

”



Además, Taha (2012) considera que los conocimientos de modelado de los analistas de IO tienen que estar asociados con la experiencia y con la cooperación del cliente para quien se realiza el estudio.

Según Taha (2014), la IO (como herramienta de toma de decisiones) es una ciencia y un arte. Es la primera pues emplea técnicas matemáticas y es un arte porque se necesita la creatividad y la experiencia del equipo de IO en la elaboración de la solución del modelo matemático.

La eficacia de una práctica eficaz en IO es más que una competencia analítica, se necesitan de otros atributos, como por ejemplo ¿cómo utilizar una determinada técnica?, ¿cómo utilizar habilidades de comunicación?, ¿cómo la organización se desarrolla?

Es delicado prescribir cursos de acción específicos (semejantes a los que indica la teoría precisa de la mayoría de los modelos matemáticos) para estos factores intangibles. Sin embargo, podemos ofrecer lineamientos generales para la implementación de la IO en la práctica.

Según Taha (2014), la implementación práctica del proceso de la Investigación Operaciones comprende las siguientes fases:

- 1. Formulación y definición del problema.** En esta fase del proceso se necesita: una descripción de los objetivos del sistema, es decir, qué se desea optimizar; identificar las variables implicadas, ya sean controlables o no; determinar las restricciones del sistema. También hay que tener en cuenta las alternativas posibles de decisión y las restricciones para producir una solución adecuada.
- 2. Construcción del modelo.** En esta fase, el investigador de operaciones debe decidir el modelo a utilizar para representar el sistema. Debe ser un modelo tal que relacione a las variables de decisión con los parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se pueden obtener ya sea a partir de datos pasados o ser estimados por medio de algún método estadístico. Es recomendable determinar si el modelo es probabilístico o determinístico. El modelo puede ser matemático, de simulación o heurístico, dependiendo de la complejidad de los cálculos matemáticos que se requieran.
- 3. Solución del modelo.** Una vez que se tiene el modelo, se procede a derivar una solución matemática empleando las diversas técnicas y métodos matemáticos para resolver problemas y ecuaciones. Debemos tener en cuenta que las soluciones que se obtienen en este punto del proceso, son matemáticas y debemos interpretarlas en el mundo real. Además, para la solución del modelo, se deben realizar análisis de

UNA VEZ QUE SE TIENE EL MODELO, SE PROCEDE A DERIVAR UNA SOLUCIÓN MATEMÁTICA EMPLEANDO LAS DIVERSAS TÉCNICAS Y MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA RESOLVER PROBLEMAS Y ECUACIONES.

sensibilidad, es decir, ver como se comporta el modelo a cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace, debido a que los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas.

4. Validación del modelo. La validación de un modelo requiere que se determine si dicho modelo puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Un método común para probar la validez del modelo, es someterlo a datos pasados disponibles del sistema actual y observar si reproduce las situaciones pasadas del sistema. Pero como no hay seguridad de que el comportamiento futuro del sistema continúe replicando el comportamiento pasado, entonces siempre debemos estar atentos de cambios posibles del sistema con el tiempo, para poder ajustar adecuadamente el modelo.

5. Implementación de resultados. Una vez que hayamos obtenido la solución o soluciones del modelo, el siguiente y último paso del proceso es interpretar esos resultados y dar conclusiones y cursos de acción para la optimización del sistema. Si el modelo utilizado puede servir a otro problema, es necesario revisar, documentar y actualizar el modelo para sus nuevas aplicaciones.



2. Construcción del modelo. Se recomienda determinar si el modelo es probabilístico o determinístico. Además, el modelo puede ser matemático, de simulación o heurístico, según la complejidad de los cálculos matemáticos requeridos. Como ejemplo de modelos, tenemos:

1. DETERMINÍSTICOS

Programación matemática

Programación lineal

Programación entera

Programación dinámica

Programación no lineal

Programación multiobjetivo

Modelos de transporte

Modelos de redes

2. PROBABILÍSTICOS

Programación estocástica

Gestión de inventarios

Fenómenos de espera (colas)

Teoría de juegos

Simulación

3. EURÍSTICOS

Annealing (recocido)

Simulado

Búsqueda tabú

Algoritmos genéticos

Redes neuronales artificiales

Algoritmos bioinspirados

3. Solución del modelo. Para la solución del modelo, es necesario efectuar un análisis de sensibilidad, o sea, observar cómo se comporta el modelo ante cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Lo anterior se hace porque los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas.



- 4. Validación del modelo.** La validación de un modelo requiere que se determine si dicho modelo puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Un método común para probar la validez del modelo es someterlo a datos pasados disponibles del sistema actual y observar si reproduce las situaciones pasadas del sistema. Pero, como no hay seguridad de que el comportamiento futuro del sistema continúe replicando el comportamiento pasado, entonces siempre debemos estar atentos a cambios posibles del sistema con el tiempo, para poder ajustar adecuadamente el modelo.
- 5. Implementación de resultados.** Una vez que hayamos obtenido la solución o soluciones del modelo, el siguiente y último paso del proceso es interpretar esos resultados y dar conclusiones y cursos de acción para la optimización del sistema. Si el modelo utilizado puede servir a otro problema, es necesario revisar, documentar y actualizar el modelo para sus nuevas aplicaciones.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sánchez, Claudio. (2004). *Folleto investigación de operaciones*.pdf. Recuperado de <http://ing.sanchez.tripod.com/documentos/folleto.pdf>. Consulta 23 mar. 2014.

Taha, Hamdy. (2012). *Investigación de operaciones* (novena ed.). México: Pearson. Recuperado de <http://jrvargas.files.wordpress.com/2009/01/investigacion-de-operaciones-9na-edicion-hamdy-a-taha-fl.pdf>. [Consulta 14 de junio, 2014].

Quintín, M. (s.f). *Investigación operativa I*. Recuperado de [http://ocw.usal.es/edu-commons/enseanzas-tecnicas/investigacion-operativa-i/contenidos/TemasIO-I_PDF/Cap01\(IntodIO\)_IO-I.pdf](http://ocw.usal.es/edu-commons/enseanzas-tecnicas/investigacion-operativa-i/contenidos/TemasIO-I_PDF/Cap01(IntodIO)_IO-I.pdf). [Consulta 23 abril, 2014].



The logo for ILUMNO is displayed in white, uppercase letters on a bright orange rectangular background. The background of the entire page is a dark blue geometric pattern of overlapping triangles, with a large, semi-transparent dark blue circle centered in the middle.

ILUMNO