

I.1 BREVE HISTORIA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

No se puede precisar cuando nace la Investigación de Operaciones. Remontándonos al Éxodo, en el Antiguo Testamento, Jetró, que era suegro de Moisés, le atribuye a Moisés mismo la descentralización del poder judicial y testifica la influencia en la primera organización del pueblo hebreo, además de ser mediador entre Dios y los hombres.

Si consideramos que los precursores de la ciencia fueron los pioneros en llevar a cabo trabajos que hoy en día pueden considerarse como de Investigación de Operaciones.

Para 1873, Jordan desarrolla modelos lineales, hacia 1874 Wabras incursiona en modelos primitivos de la programación matemática. Minkowsky en 1896 aplica modelos matemáticos basados en el Cálculo Diferencial e Integral para la programación.

En los inicios del siglo XX, Frederick W. Taylor considerado padre de la Administración Científica realiza asociado con Henry L. Gant muy importantes trabajos sobre la programación de la producción; una década más tarde Frank y Lillian Gilberth lo complementan con el estudio de movimientos y de tiempos.

Al mismo tiempo Joseph Fayol, realiza sus estudios conocidos como Administración Industrial General.

Entrada la Primera Guerra Mundial, se le asigna a Thomas Edison la tarea de investigar cuales eran las maniobras más efectivas que permitieran minimizar pérdida de buques frente a los submarinos enemigos. Edison genera un "Tablero Táctico de Juego", evitando así la acción bélica real.

A finales de 1910, A. K. Erlang realizaba estudios en base a la fluctuación de la demanda de servicios telefónicos de marcación automática, que dio origen a los modelos matemáticos empleados en la Teoría de Líneas de Espera.

En la década de los 30's, H. C. Levenson, aplicó modelos matemáticos de gran elaboración, ya que maneja gran cantidad de datos. Estos estudios determinaron el rendimiento óptimo de pedido.

Mientras tanto en los Estados Unidos, en 1937, Robert Watson-Watt hizo recomendaciones a los Departamentos de la Secretaría de Guerra y de Marina para que se aplicaran sus estudios relacionados con la Investigación de Operaciones.

Así mismo, Von Neumann hace avances con lo que ahora se conoce como Teoría de Juegos y Teoría de Preferencias que desarrolló Morgenstern en conjunto.

En ese mismo año, científicos ingleses fueron convocados para ayudar a la milicia en la utilización de los equipos de radar, como innovadora herramienta para la localización de aviones enemigos.

Hacia 1939, este grupo británico que trabajó en los diferentes aspectos del problema, es considerado el núcleo del primer equipo de Investigación de Operaciones. Tuvieron la visión de expandir sus actividades.

En 1940, encabezados por el físico británico P. M. S. Blackett se reconoce al primer equipo interdisciplinario formado por 11 científicos: fisiólogos, físicos-matemáticos, astrofísicos, un oficial del ejército y un extopógrafo. Las actividades realizadas por este grupo, fue conocida en Inglaterra como "Investigación Operacional".

De manera paralela, el ruso Kantorovich, hace importantes estudios relativos a Problemas de Distribución.

La expresión "Investigación de Operaciones ", es nombrada así por primera vez por Mc Caskeyy Trefethen en los Estados Unidos en 1940.

No es hasta 1942 que se implanta la Investigación de Operaciones (IO) a alto nivel, promovida por Watson–Watt, cuyo objetivo inicial era el de minimizar las pérdidas ocasionadas por los submarinos enemigos. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos reconoció a la actividad como "Análisis Operacional", mientras que el Ejército y la Armada la nombraron "Investigación de Operaciones y Evaluación de Operaciones", respectivamente.

Estas prácticas fueron llevadas a cabo en Francia y Canadá también.

En 1947 George Dantzing, resume los trabajos de los precursores del Método Simplex, dando origen a la Programación Lineal, que es la utilización del Álgebra Lineal en la resolución de la asignación de recursos, que a su vez tuvo múltiples aplicaciones en la industria.

Concluida la Segunda Guerra Mundial, se vio Inglaterra en la necesidad de afrontar grandes problemas generados por una planta industrial que debía ser reconstruida y que además atravesaba por el hecho de la nacionalización de la misma.

Los investigadores operacionales se dieron a la tarea de crear un nuevo método que mejorara la productividad y se incrementaran las utilidades.

Es hasta finales de 1950 donde la Programación Dinámica, Líneas de Espera y Teoría de Inventarios (Arrow, Karlin, Scarf, Whittin) aparecen. La expansión de la Investigación de Operaciones (I de O) se hace evidente. Tenemos a Bellman con su Programación Dinámica, Kuhn y Tucker realizaban estudios con la Programación No-Lineal, Gómory con la Programación Entera, Fulkerson y Ford generan las redes de optimización , y trabajos acerca de Simulación llevados a cabo por Markowitz. El Análisis de Decisiones de Raiffa, mientras Howard realiza estudios de procesos Markovianos. La generalización de Investigación de Operaciones, ha sido tratada por Churchman, Ackoff y Arnoff.

Al término de la Guerra el éxito de la Investigación de Operaciones genera gran interés fuera de lo militar y llama la atención de los norteamericanos hasta finales de los 50's.

Los investigadores antes mencionados, hicieron que la IO fuera usada en la industria, los negocios y el gobierno. Y desde entonces esta disciplina se ha desarrollado con rapidez, pudiendo identificar dos aspectos importantes que permitieron su expansión a otros campos:

1. El mejoramiento ya existente de las técnicas.
2. La revolución de las computadoras.

El fabuloso manejo de grandes cantidades de datos, manipulados de manera efectiva, la solución es generada en segundos por la computadora digital, y de las herramientas como los paquetes software, que permiten diseñar, construir, operar, controlar e implementar la solución de problemas en las organizaciones.

La Investigación de Operaciones ha tenido un impacto impresionante en el mejoramiento de las organizaciones alrededor del mundo, ya que ha hecho aportaciones significativas al incremento en la productividad en la economía de muchos países.

Actualmente son 30 los miembros de la IFORSC (International Federation of Operational Research Societies), y cada país a su vez, cuenta con su propia sociedad de Investigación de Operaciones.

* I.2 ¿ QUE ES LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES?.

A continuación se expone la definición de Investigación de Operaciones según los siguientes autores:

TAHA.

La Investigación de Operaciones aspira a determinar el mejor curso de acción óptimo de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados, aplicando técnicas matemáticas para representar por medio de un modelo y analizar problemas de decisión.

HILLIER – LIEBERMAN.

Significa hacer investigación sobre las operaciones referentes a la conducción y coordinación de actividades dentro de una organización aplicada a una gama extraordinariamente amplia.

PRAWDA.

Es la aplicación por grupos interdisciplinarios de Método Científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o de sistemas en relación al hombre-máquina, con el fin de producir soluciones óptimas para dichas organizaciones.

NAMAKFOROOSH.

La investigación de Operaciones es la aplicación del Método Científico a los problemas de decisión de las empresas y otras organizaciones, incluyendo el gobierno y la milicia.

MOSKOWITZ – WRIGHT.

La Investigación de Operaciones toma al Método Científico aplicado a la solución de problemas y la toma de decisiones de la gerencia en función a la construcción de un modelo simbólico examinando y analizando entre relaciones que lleguen a una técnica en la toma de decisiones en base a los resultados óptimos.

THIERAUF Y GROSSE.

La Investigación de Operaciones utiliza el enfoque planeado (Método Científico) y un grupo interdisciplinario a fin de representar las complicadas relaciones funcionales como modelos matemáticos para suministrar una base cuantitativa en la toma de decisiones, descubrir nuevos problemas para un análisis cuantitativo.

SOCIEDAD AMERICANA DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES, (ORSA).

La Investigación de Operaciones está relacionada con el mejor diseño y operación del sistema (hombre-máquina) usualmente bajo ciertas condiciones y requiriendo la asignación de recursos escasos.

SOCIEDAD AMERICANA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS, (APICS).

Es el Análisis cualitativo de operaciones industriales y administrativas con el intento de derivar un entendimiento integrado de los factores que controlan los sistemas operacionales en vista de proporcionar a la Administración un objetivo básico para tomar decisiones que frecuentemente involucran representar por medio de un modelo matemático la realidad.

I.3 PROCESOS Y APLICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

Los procesos de la Investigación de Operaciones pueden ser:

a). Procesos de formación de existencias.

También llamado Inventarios. Tienen como característica resolver problemas de almacenes, relacionado con dos decisiones: ¿cuánto ha de ordenarse en cada ocasión?, y ¿cuándo debe ordenarse dicha cantidad?, en base a minimizar el costo total. Se obtiene el modelo de eficacia que permita el equilibrio entre los costos y los de deterioro de inventarios. Se determinan los costos de mantenimiento de inventario, costo de ordenar, costo unitario de faltantes, costo unitario de llevar inventario, costo de oportunidad.

· Diversas aplicaciones de la teoría de inventarios:

- La compra óptima a proveedores.
- La producción deseada con los costos mínimos de inventarios.
- La programación de la producción, relacionado con el costos total de producir , con el nivel deseado de servicio a clientes.
- Determina descuentos en función a grandes producciones y el bajo costo de llevar inventarios.
- Tener el nivel óptimo de existencias de seguridad, previniendo cualquier ruptura de existencia durante el año.
- Considerar la cantidad económica de ordenar, en el punto exacto en que deba pedirse.
- Tiempo entre pedidos.

b) Procesos de líneas de espera.

También llamada Teoría de Colas. Su característica es el número de clientes que llega a solicitar cierto servicio, en funciones de distribuciones probabilísticas tanto en tiempos de llegada del cliente, como la del servicio de la línea de espera del centro del servicio. Ya que ambas distribuciones son distintas, la cola se generará en función al tiempo promedio de llegada con el tiempo promedio de servicio.

Las decisiones a tomar en cuenta son:

¿Cuál es el número de instalaciones que deberán operar para que mejore el servicio a clientes?

Tomando en cuenta, el tiempo promedio que pasan los clientes en el sistema, el tiempo promedio de espera en el servicio, ...

· Algunas aplicaciones de los modelos de líneas de espera:

- Número óptimo de cajas de pago y determinación del personal.
- Evaluación de retrasos en el servicio.
- Costo de operación

c) Proceso de asignación de recursos.

Su característica primordial es el limitante de recursos disponibles, como: materias primas, inversión, horas-máquina, horas-hombre, y la asignación de estos recursos limitados de manera más eficiente con el costo mínimo, mínimo tiempo, mínimo de desperdicios, trabajo más eficiente,...

· Aplicaciones:

- Asignación de los trabajadores, para situarlos en el trabajo adecuado ya que se logrará el tiempo óptimo, en función directa a sus habilidades .
- Asignación correcta de las órdenes de fábrica para las máquinas, minimiza costos y dar el tiempo de entrega del producto.
- Distribución óptima de activos fijos. La máquina que debe de utilizarse en el lugar que se necesite, el tipo de transporte que necesita la comercialización del producto,...

d) Proceso de sustitución.

O Reemplazo, que puede realizarse de manera preventiva o correctiva , ya sea por vejez, desgaste, o por muerte súbita.

· Las aplicaciones prácticas de este proceso pueden ser:

- Poder adquirir máquinas y/o equipo de innovación tecnológica que permita optimizar los recursos humanos, materiales y económicos.
- En caso de que sea rescatable el equipo o la maquinaria, brindarle el servicio necesario, evitando así el mantenimiento de tipo correctivo.
- Evaluar que tanto resulta conveniente para la organización tener un equipo que sea de uso ocasional, quizá sea más rentable, alquilarla en cierto tiempo.
- Si la máquina falla con frecuencia, no se utiliza, resultará conveniente venderla, o recuperar parte de su inversión comercializándola como chatarra.

e) Proceso competitivo.

Denominado como Teoría de Juegos. Que tiene como dato característico, al menos dos competidores, que tienen varias acciones a seleccionar. El fin es determinar la selección siguiente en base a probabilidades, teniendo en cuenta la primera selección de los competidores. Tomando en cuenta si el juego, o competencia, es equilibrada; además de conocer el valor esperado del juego, ¿cuál sería la decisión que optimiza el juego o competencia?

· Aplicaciones de la Teoría de Juegos:

- Determinar las necesidades de mano de obra, previendo renunciadas, accidentes, retiros, defunciones.
- Poder conocer el monto de las cuentas por pagar o de difícil cobro.
- Conocer de manera confiable la lealtad de los clientes de la empresa frente a la aparición de otra marca u otro producto.
- Mide la efectividad de las campañas publicitarias en comparación con las anteriores llevadas a cabo.

f) Proceso combinado.

Este proceso hace uso de mas de uno de los procesos de la Investigación de Operaciones, ya que el problema necesita de más de una herramienta para llegar a la solución integral del mismo. Puede presentarse el caso de algún problema de Control de la Producción, hará uso de la Teoría de Inventarios, con Líneas de espera. Lo usual debiera ser resolver uno a uno, siguiendo secuencias lógicas, y combinar solo donde haya interrelaciones para obtener una solución óptima.

g) Proceso de simulación.

Proceso de se presta al uso de la computadora, para la resolución de problemas aplicando uno o más procesos de IO, para dar una serie de alternativas , la computadora muestra los resultados (generados por números aleatorios), que podrían haberse obtenido si se hubieran usado ciertas líneas de criterios de decisión.

· Aplicación de la Simulación de las áreas funcionales dentro de una organización:

– Integración de los esfuerzos de mercadeo, combinación de productos, distribución, aunado

a una perfecta sincronización de esfuerzos , empleando un simulador de mercados

– Analiza los lugares óptimos donde deban situarse los almacenes que permita minimizar los costos de distribución.

– Evaluación de la alternativas de inversión más rentables de la empresa.

– Simular reglas de decisión de operaciones de fabricación, que lleven a la programación y el control efectivo de la producción.

– Selección del plan óptimo de los diversos opciones de distribución del presupuesto.

* I.4 DEFINICIÓN DE MODELO Y SU CLASIFICACIÓN.

Los siguientes autores manifiestan la conceptualización de modelo.

TAHA.

Es el vehículo para resumir un problema de decisión, en forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa que se juzgue mejor.

THIERAUF.

Representación o abstracción de un objeto real o situación real, que muestra las relaciones directas o indirectas y las interrelaciones, de acción y reacción, causa-efecto, con el fin de solucionar problemas .

HILLIER – LIEBERMAN.

Son representaciones idealizadas, que extraen la esencia de la materia de estudio, muestran interrelaciones y facilitan su análisis.

MOSKOWITZ.

Es una abstracción idealizada de un sistema de la vida real, cuyo propósito es brindar un medio que propicie el análisis del comportamiento del sistema, con el fin de mejorar su desempeño.

I.5 CLASIFICACIÓN DEL MODELO.

Los modelos se clasifican como:

1. ICÓNICOS

2. ANÁLOGOS

3. SIMBÓLICOS O MATEMÁTICOS.

1. Los modelos icónicos, son la representación en forma física del sistema real, en una escala aumentada o reducida.

Por ejemplo:

Un avión de juguete, es un modelo icónico de un avión real.

2. Los modelos análogos, son descriptivos, además que representan cualidades y propiedades del modelo y esencialmente requieren la sustitución de estas propiedades por otras, con la finalidad de poder manipular al modelo. Al término del problema, la solución es interpretada de acuerdo al sistema original.

Por ejemplo:

Un modelo de distribución de la planta, puede utilizarse como modelo análogo para el estudio de movimientos de la misma.

3. Los modelos simbólicos o matemáticos, hacen uso de símbolos (signos, letras, números, colores,...) y funciones matemáticas para representar las variables de decisión y sus relaciones que determinan el comportamiento del sistema.

Por ejemplo:

Para encontrar la superficie de un triángulo utilizamos el modelo matemático

Donde : A es la superficie encontrada del triángulo,

b es la longitud de la base de triángulo,

h la altura del mismo.

I.6 CLASIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DEL MODELO MATEMÁTICO.

Los modelos matemáticos pueden ser clasificados como:

A) CUALITATIVOS – CUANTITATIVOS.

– Cualitativos.

Son aquellos que se ocupan de los problemas de acuerdo a sus cualidades, propiedades o características.

- Cuantitativos.

Se refiere a la construcción de un modelo matemático representada por símbolos, en función a las variables y constantes del mismo.

B) ESTÁNDAR – HECHO A LA MEDIDA

- Estándar.

Son aquellos que son utilizados en forma repetitiva, aplicando el mismo procedimiento y se generarán resultados que no cambian en esencia; pero sí numéricamente.

- Modelo hecho a la medida.

Es aplicable para resolver un problema en específico, en consecuencia, quedará posteriormente obsoleto.

C) PROBABILÍSTICO – DETERMINÍSTICO.

- Probabilísticos o estocásticos.

Se hace uso de este modelo cuando no se tiene certeza de lo que pueda suceder, los eventos estarán bajo cierto grado de incertidumbre.

- Determinísticos.

Son modelos donde se tiene total certeza de lo que sucederá.

D) DESCRIPTIVOS – HEURÍSTICOS.

- Descriptivos o de optimización.

En Investigación de Operaciones, los modelos son comúnmente iterativos por naturaleza, o sea, que existen repeticiones análogas. La respuesta final llega a pasos y cada nueva iteración se acerca a la solución del nivel óptimo.

- Heurísticos.

En esencia, emplean reglas intuitivas que servirán para explorar las trayectorias más probables para llegar a una conclusión.

E) ESTÁTICO – DINÁMICO.

- Estático.

Determinan una respuesta para una serie especial de condiciones fijas que probablemente no cambiarán significativamente a corto plazo.

- Dinámico.

Está sujeto al factor tiempo, ya que desempeña un papel esencial en la secuencia de decisiones. Sin importar cuales hayan sido el resultado de la decisión anterior, el modelo matemático nos permite encontrar la decisiones óptimas para los períodos que queden todavía en el futuro.

F) SIMULACIÓN – NO SIMULACIÓN.

– Simulación.

Son generalmente softwares, o programas de computación que hacen réplica del comportamiento del sistema. Pueden manejarse sistemas bastante complejos que difícilmente se lograrían de manera manual.

– No simulación.

Estadísticamente hablando, no realiza experimentos sobre los datos de una muestra más que sobre el universo entero.

En la Investigación de Operaciones los modelos son casi siempre matemáticos ya que son representaciones de la realidad expresadas en ecuaciones, de estructura fundamental muy sencilla:

Donde

U : utilidad o valor de la ejecución del sistema

F : es la función o la relación entre las variables

X : variables (o constantes) no controlables que afectan a U

Z : variables controlables.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos de elementos:

1) Variables y parámetros de decisión.

Las variables son las incógnitas o decisiones que deben determinarse según se vaya resolviendo el problema.

Los parámetros pueden ser determinísticos o probabilísticos y son los valores conocidos que se relacionan con las variables, restricciones y la función objetivo.

2) Restricciones.

Son aquellas limitaciones que se deben tomar en cuenta, como las tecnológicas, económicas y otras del sistema que van a restringir a las variables de decisión en un rango de valores que resulte factible.

3) Función objetivo.

Define la medida de efectividad que obtiene el sistema, cuando los valores de las variables de decisión con sus respectivos parámetros y restricciones, dan como resultado un mejoramiento del sistema.

I. 7 FASES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

La Investigación de Operaciones, hace uso de una metodología para resolver problemas, tomando en consideración las etapas de un proyecto de Investigación de Operaciones.

Las etapas son:

1) Estudio de la organización.

Representando la organización como un sistema según sus componentes e interacciones que pueden ser controlables o no controlables.

Donde la organización está conformado por subsistemas (1, 2, 3), que se comunican por canales de información (A,B,C) , de manera que los componentes interactúan de manera determinada.

2) Interpretación de la organización como un sistema.

Al sistema entran elementos para combinarlos y así lograr los objetivos que persigue el sistema, donde el control (autocorrije), monitorea la salida del sistema con lo planeado.

Algunos de los objetivos que se persiguen podrían ser: La interacción de los componentes para incrementar la posibilidad de tomar mejores decisiones, mejorar la coordinación entre los múltiples componentes de la organización, mejorar el control del sistema, lograr un mejor sistema.

3) Aplicación del Método Científico,

Según Churchman, Ackoff, Arnoff, consistente en las siguientes fases:

I. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

II. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO QUE REPRESENTA AL SISTEMA EN ESTUDIO

III. DERIVACIÓN DE LA SOLUCIÓN A PARTIR DEL MODELO.

IV. COMPROBACIÓN DEL MODELO Y DE LA SOLUCIÓN DERIVADA DE ÉL.

V. APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN, (EJECUCIÓN).

Seguidamente se detalla cada componente del Método Científico:

I. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En esta fase se define el problema a resolver y los objetivos que se pretenden alcanzar, mostrando las herramientas para hacer uso y mejoramiento de los esfuerzos de los

investigadores, divididos en dos aspectos:

A) PERÍODO DE ORIENTACIÓN.

Denominado también como el primer período de la investigación.

El equipo de Investigación de Operaciones ajeno a la empresa tiene la oportunidad de valorar al problema y a la organización. Los promotores que son los críticos científicos y los que ayudan a la organización económicamente (fundaciones, gobierno,...) tienen también una oportunidad similar de tener un acercamiento a la empresa.

Así, al final del período de orientación puede especificarse bajo que condiciones se realiza la investigación y puedan tomarse las medidas necesarias que satisfagan tales condiciones.

B) LOS COMPONENTES DEL PROBLEMA.

Para llegar a la formulación del problema debemos plantear, ¿en que consiste el problema?, o ¿cuáles son sus componentes?. Para lo cual tomaremos en cuenta lo siguiente:

1. La evidencia de que alguien o algún grupo tiene un problema.

Este "alguien o grupo" es también llamado CENTRO DE DECISIÓN.

Cuando el centro de decisión no está satisfecho con algún aspecto de las actividades tienen la autoridad para implementar, modificar y concluir las políticas vigentes en la organización y del sistema en estudio.

Las cuestiones siguientes pueden servir de guía en la adopción de decisiones.

i.) ¿Quién es el responsable de emitir las recomendaciones que están en relación a las modificaciones de las políticas?.

ii.) ¿De quién depende la aprobación y como es expresada la misma?

iii.) ¿Cómo se realiza la aprobación final? P. ej. Por voto mayoritario en deliberación conjunta, por una autoridad final.

iv.) ¿Alguien tiene poder de veto absoluto?

v.) ¿Quién es el responsable de aplicar las recomendaciones aprobadas?

vi.) ¿Quién valorará la acción tomada?

2. Los objetivos que persigue quien toma las decisiones.

El ejecutivo de la organización puede desear mantener y obtener algunos objetivos diferentes, tales como: disminuir costos de producción, aumentar su volumen de ventas, mejorar el servicio a clientes, ...,

3. El sistema o ambiente.

Que es el escenario de los recursos restringidos o inexistentes en relación con quien toma decisiones.

El sistema está formado por un conjunto de componentes interrelacionados que buscan un objetivo común, p. ej.: El consejo administrativo, el personal de la empresa, la maquinaria y equipo, los materiales empleados para obtener el producto final, el volumen de ventas, la competencia, ...,

4. Los cursos de acción alternativos.

Es al menos dos alternativas o políticas planteadas para que el que toma la decisión tenga la opción a elegir.

Para obtener una lista de alternativas, se deben de formular y contestar las siguientes preguntas para cada parte del sistema.

¿En que medida afectan la eficacia del sistema hacer ciertos cambios, en el personal, equipo, operaciones, máquinas, materiales, ..., en relación con los objetivos señalados?

Una vez especificados las acciones y reacciones posibles, está concluida la Identificación de los Componentes del Sistema, y se pasará a la Transformación del Problema de la Toma de Decisiones, a un Problema de Investigación de Operaciones, que según Churchman, Ackoff, Arnoff, implica las siguientes etapas:

La selección de la lista de objetivos obtenidos en la formulación del problema.

b) La selección de la lista de posibles cursos de acción alternativos.

c) La definición de la medida de rendimiento que va a utilizarse.

II. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO QUE REPRESENTA AL SISTEMA EN ESTUDIO.

La representación de algún objeto que está sujeto a estudio (acontecimientos, procesos, sistemas) es llamado Modelo Científico, que tiende a ser de carácter explicativo y es utilizado con fines de predicción y control.

La primera fase de la construcción del modelo donde son expuestas las medidas alternativas a evaluar y la definición de la medida de rendimiento, luego entonces el rendimiento del sistema estará en función de los valores de las variables.

Estas variables pueden cambiarse por las decisiones de los directivos; pero otras no. O sea, las primeras serán variables controlables y la siguientes, no controlables.

Los valores de las variables controlables se utilizan para definir los cursos de acción posible .

Por los directivos de la organización, son los aspectos incontrolables del sistema, p. ej.: la demanda del consumidor ambas están en función (f) y (E) es la medida de rendimiento utilizada.

En la construcción del modelo, se estructuran una o más ecuaciones de la forma:

En el sistema, hallar la solución, consiste en encontrar los valores de las variables controlables, que harán un máximo de rendimiento del mismo.

En algunos casos se utilizará la medida de falta de rendimiento (p. ej.: costos esperados), entonces la solución radica en hacer mínima la medida de eficiencia.

¥ Componentes del Sistema.

Se empieza por enumerar a todos los componentes del sistema que contribuye al rendimiento o no rendimiento de su funcionamiento.

Datos de entrada Resultado

¥ Importancia de los componentes.

Ya teniendo la lista que completan los componentes del sistema, lo siguiente es identificar cuales de ellos deben tomarse en cuenta, y ver si hay alguno en relación a otro (o en función de otro) o si el curso de acción es totalmente independiente.

Se tendrá que averiguar por que el sistema funciona en la forma en la que lo hace, ¿qué factores producen los efectos que han sido observados?, ¿de qué manera se pueden manipular para que se produzcan los efectos deseados?

¥ Combinación y división de los componentes.

Para su buen manejo resulta conveniente agrupar ciertos componentes del sistema . La combinación de éstos pueden dar origen a otro diferente.

¥ Símbolos de sustitución.

En la lista modificada será necesario determinar si el componente tiene un valor fijo o variable, se deberá buscar los aspectos del sistema que están afectando al componente variable. Se asignarán a los componentes variables un símbolo para cada subcomponente.

¥ Construcción del modelo matemático.

Dependiendo de la definición del problema el equipo de Investigación de Operaciones de O decidirá sobre el modelo más adecuado que representará al sistema, el cual especificará las expresiones cuantitativas para el objetivo y sus restricciones, todo en función de las variables de decisión.

DERIVACIÓN DE LA SOLUCIÓN A PARTIR DEL MODELO MATEMÁTICO.

Según Prawda, resolver un modelo consiste en encontrar los valores de las variables dependientes y las no dependientes, asociadas a los componentes controlables del sistema con el fin de optimizar, si no es posible, mejorar la eficiencia del sistema dentro del marco de referencia que fijan los objetivos establecidos por el grupo de toma de decisiones.

Los métodos de solución son:

1. Método Analítico.

2. Método Numérico.

3. Método de Simulación.

1.- EL MÉTODO ANALÍTICO, hace el análisis matemático clásico, es utilizado para obtener soluciones en forma deductiva, (llamadas también soluciones analíticas), o sea, que parte de lo general a lo particular.

2.- EL MÉTODO NUMÉRICO, se aplica cuando la solución no es posible obtenerla de manera deductiva, se utilizará, el análisis numérico, (Iterativo) o solución numérica en forma inductiva, que va de lo particular a lo general. La solución de tipo iterativo se aproxima a la solución óptima con un margen de error permitido, basado en una serie de pruebas sobre la misma lógica de solución, en relación a resultados de una prueba anterior.

3.- Existen los MÉTODOS DE SIMULACIÓN, que son los que imitan al sistema real, es muy útil en la solución de problemas complejos, de riesgo y bajo incertidumbre.

La Técnica de Montecarlo, es un método de solución que utiliza los problemas probabilísticos de simulación. Esta técnica es utilizada donde no se puede hacer uso de los métodos de solución numérica o de solución analítica, ya que se generan números aleatorios para obtener valores muestrales en base a una distribución de probabilidad.

La Teoría de Juegos, es un sistema donde existen varios grupos de decisión que reaccionan entre sí.

Existen Lenguajes de Programación para la Simulación, como: DYNAMO, FORTRAN, GPSS, SIMSCRIPT,

etc.

IV. COMPROBACIÓN DEL MODELO Y DE LA SOLUCIÓN.

El modelo debe probar su validez, antes de ser implantado, observando si los resultados predicen o no, con cierta aproximación o exactitud, los efectos en relación a las diferentes alternativas de solución.

Si los resultados del modelo, se alejan bastante de los resultados reales del sistema, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Determinar si el modelo señala el rendimiento del sistema según una o más variables que afectan a dicho rendimiento.

Corroborar si el modelo no ha omitido alguna variable que tenga efecto importante en el rendimiento del sistema.

Comprobar si el modelo expresa realmente la relación real existente entre la medida de rendimiento y la variables

– Verificar si los parámetros incluídos en el modelo no estén siendo evaluados adecuadamente.

Para comprobar la solución del modelo, deberá recopilarse la información, con el fin de hacer las pruebas necesarias y hacer la verificación según los siguientes pasos:

- a) Definir científicamente (incluyendo la medida de rendimiento)
- b) Llevar a cabo el muestreo (incluyendo el diseño de experimentos)
- c) Reducir el número de datos.
- d) Utilizar los datos en la prueba de hipótesis
- e) Evaluar los resultados.

Si estos pasos son llevados a cabo recurrentemente cada vez que obtienen resultados del modelo y les son presentados al grupo de toma de decisiones, se empieza a ejecutar un procedimiento sistemático de control que depura y ajusta al mismo, con la realidad.

V. ESTABLECIMIENTO DE LOS CONTROLES Y APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

Los sistemas no suelen ser estables y su estructura está sujeta a cambios, que pueden ser cambios entre las variables que definen al propio sistema , o pueden ser cambios entre los valores de las variables del sistema.

El objetivo del establecimiento de controles, es para que no se pierda la efectividad del modelo matemático debido a cambios en los parámetros y la eficacia de la solución puede verse disminuída en consecuencia a:

- cambio de los valores
- cambio de la relación entre ellos
- cambio en ambos factores.

En consecuencia, un parámetro que no era significativo puede llegar a serlo o puede dejar de serlo, o tal vez, cambiar su grado de importancia.

El diseño de un sistema de control deberá tomar en cuenta lo siguiente:

1. Enumeración de las variables y la relación entre ellas, y la manera en que afecta a la solución el cambio de los valores.
2. Elaboración de un procedimiento para detectar los cambios importantes entre los parámetros (variables) y las relaciones,
3. Especificación de la acción que deberá tomarse o los ajustes que deben llevarse a cabo en el momento de ocurrir un cambio importante.

Los parámetros enumerados pueden ser clasificados como:

a)Valores que se conocen de antemano durante el período correspondiente a una decisión.

Como por ejemplo: número de días de trabajo, precio de ventas de un artículo,...

b)Medidas cuyos valores no se conocen de antemano.

P. ejemplo:La cantidad de producto defectuosa, la utilidad anual de la empresa, ...

La participación entre los investigadores de operaciones y el personal de operación, cuyo trabajo en conjunto, permitirá desarrollar exitosamente el plan de implantación.

Ya que ninguna consideración práctica se dejará de analizar, y de esta manera podrán verificarse las modificaciones o ajustes posibles al sistema

**** lleva dibujos

I. 8 FORMULACIÓN DE PROBLEMAS NO LINEALES.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo elaborar un modelo matemático no lineal.

Se requiere determinar ¿cuál será la cantidad de inversión inicial única, teniendo en cuenta la cantidad futura dada, después de cierto número de años, ganando cierta tasa de interés?

Datos de entrada Resultado

Cantidad a invertir ?

Tasa de interés Cantidad futura

Tiempo de inversión

Variables controlables : Cantidad de inversión única ?

Tiempo de inversión

Variables no controlables : tasa de interés anual

Tomando en cuenta lo anterior deducimos que la cantidad futura dada será igual a la inversión única inicial más el interés ganado.

El interés ganado se obtiene del factor inversión única por el interés anual.

Asignamos símbolos para plantear lo anteriormente descrito.

F: Cantidad futura obtenida

P: Inversión inicial única ? P i : cantidad ganada

i: Tasa de interés anual

Luego entonces la cantidad futura estará expresada de la siguiente manera:

$$F = P + P i$$

Para el primer año

Cantidad futura para el primer año = Inversión única inicial + cantidad ganada

$$F1 = P + P i$$

Factorizando P

$$F1 = P (1 + i) \dots \P$$

Para el año 2.

La cantidad de dinero acumulado F2, será igual a la cantidad acumulada al término del primer año más el interés final del año 1 hasta el final del año 2.

$$\text{Entonces } F2 = F1 + F1 i$$

Si $F1 = P (1 + i)$, sustituyendo tenemos

$$F2 = P (1 + i) + P (1 + i) i$$

Quitamos paréntesis

$$= P + P i + P (i + i^2)$$

$$= P + P i + P i + P i^2$$

$$= P + 2P i + P i^2$$

Factorizando P

$$= P (1 + 2 i + i^2)$$

Observamos que tenemos dentro del paréntesis el resultado de un binomio cuadrado perfecto, entonces se puede expresar de la forma

$$F2 = P (1 + i)^2 \dots$$

Para el año 3.

La cantidad de dinero acumulada será la cantidad de dinero del año 2 más el interés ganado al final del año 2.

$$F3 = F2 + F2 i$$

Si observamos que F2 es igual a $P(1 + i) + P (1+i) i$ y sustituímos en F3, tenemos

$$F3 = [P (1 + i) + P (1 + i) i] + [P (1 + i) + P (1 + i) i] i$$

Quitamos los paréntesis rectangulares y obtenemos

$$F3 = P (1 + i) + P (1 + i) i + P (1 + i) i + P (1 + i) i^2$$

$$= P (1 + i) + 2P (1 + i) + P (1 + i) i^2$$

Factorizando P (1+i), tenemos

$$F3 = P (1 + i) (1 + 2i + i^2)$$

Si $1 + 2i + i^2$ es el resultado del binomio $(1 + i)^2$, y lo sustituímos

$$F3 = P (1 + i) (1 + i)^2$$

Luego entonces

$$F3 = P (1 + i)^3 \dots,$$

De los valores anteriores, por inducción matemática podemos generalizar el número de años en n. Si $F1 = P (1 + i) \dots$, $F2 = (1 + i)^2 \dots$, $F3 = P (1 + i)^3 \dots$, deducimos que

$$F = P (1 + i) n$$

Si despejamos P, que es el valor buscado, (inversión única), obtendremos:

Ingeniería Económica la expresa de la siguiente manera:

$$P = F (P/F, i, n)$$

Esta expresión permitirá determinar el valor presente P de una cantidad futura dada f, después de n años a una tasa de interés i.

Donde las variables dependientes serán la cantidad futura F, el interés anual i, y el número de años de inversión n.

Mientras que la variable independiente será, la cantidad única de inversión inicial P.

*,**** lleva unos esquemitas, luego se los haces en word.

y eso es toda la unidad de io.

BIBLIOGRAFÍA

Blank/Tarkin. Ingeniería Económica. Editorial Mc.Graw–Hill.

Churchman/Ackoff/Arnoff. Introducción a la Investigación de Operaciones. Editorial Aguilar.

Enciclopedia Microsoft Encarta 98. Microsoft Corporation.

García/ Rodríguez. El Maestro y los Métodos de Enseñanza. ANUIES.

Gordon, Geoffrey. Simulación de Sistemas. Editorial Diana.

Hadley, G. Linear Programming. Addison–Wesley Publishing, Co.

Hillier/Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. Editorial Mc. Graw–Hill.

Honeycutt, Jerry. Internet para Windows 95 paso a paso. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Mora, José Luis. Investigación de Operaciones e Informática. Editorial Trillas.

Moskowitz, Wright. Investigación de Operaciones. Editorial Prentice Hall.

Namakforoosh, Mohammad. Investigación de Operaciones. Editorial Limusa.

Prawda, Juan. Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Volumen I, Modelos Determinísticos. Editorial Limusa.

Taha, Hamdy. Investigación de Operaciones, Una Introducción. Editorial Alfaomega.

Thierauf. Toma de decisiones por medio de la Investigación de Operaciones. Editorial Limusa.

Sasieni. Fundamentos de Investigación de Operaciones. Editorial Limusa.