

MODELOS Y SIMULACIÓN

Informática Aplicada

Cátedra de Calculo Estadístico y Biometría

CAPITULO III

MODELOS

1) Introducción

2) Definición

3) Clasificación de modelos

3.1.- Modelos cualitativos y cuantitativos

3.2.- Modelos generales y específicos

3.3.- Modelos según estructura

3.3.1.- Icónicos

3.3.2.- Analógicos

3.3.3.- Simbólicos

4) Elaboración de modelos

4.1.- Análisis del problema

4.2.- Definición de atributos y variables

4.3.- Diseño del modelo

4.4.- Obtención de los datos

4.5.- Validación

4.6.- Interpretación de los resultados

Objetivos específicos

A partir de situaciones problemas:

- Identificar la clase de modelo al que se hace referencia.

Construir un modelo siguiendo los pasos correspondientes a la elaboración de modelos, de manera que describa una posible solución.

PALABRAS CLAVES

Modelo

Modelo cuantitativo

Modelo cualitativo

Modelo general

Modelo específico

Modelo icónico

Modelo analógico

Modelo simbólico

Modelo matemático o determinístico

Modelo probabilístico

MODELOS

1- Introducción:

El mundo físico o mundo objetivo está formado por innumerables sistemas. Estos sistemas de objetos se presentan al científico como fenómenos que deben ser estudiados, para así poder establecer las leyes que los gobiernan. Con el propósito de lograr este objetivo, llegar al conocimiento científico de un fenómeno, se recurre a la investigación científica. La investigación científica tiene tres etapas fundamentales:

- a) Determinación del problema
- b) Elaboración de un modelo adecuado
- c) Solución del problema

Puede notarse que aparece un aspecto que hasta hace pocos años era ignorado por los investigadores y es, la creación de modelos. En todas las épocas los científicos, inconscientemente o no, han elaborado modelos, pero es recién a partir de 1940 cuando realmente se les da la importancia que merecen. Desde esa fecha, ha aparecido una bibliografía, por cierto no muy abundante sobre el tema.

La importancia del modelo está en que los fenómenos son empíricos y, para poder estudiarlos racionalmente, se los debe elaborar a través de una abstracción a partir del mundo físico (figura 1). Una vez elaborado el modelo, con un grado de abstracción suficientemente elevado, se pueden aplicar métodos matemáticos y así llegar a conclusiones matemáticas que luego se realizan (se interpretan) como conclusiones físicas. Estas conclusiones deben ser probadas mediante experimentación, o simplemente comparando con la realidad.

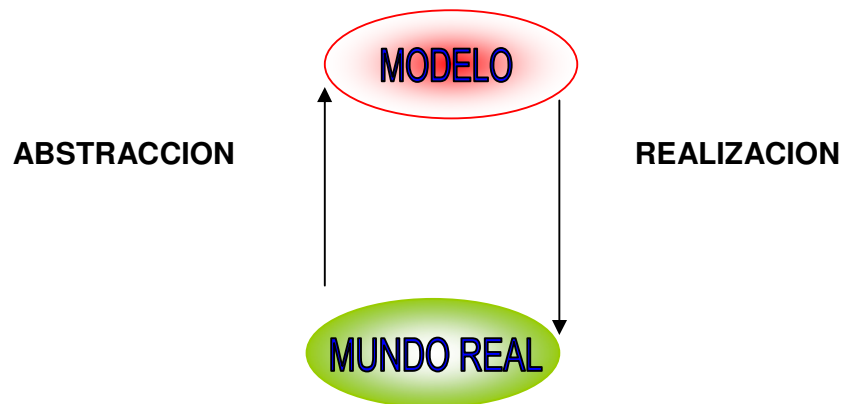


Figura 1: Abstracción y realización de un modelo a partir del mundo real.

Una vez que el modelo se ha obtenido, pasa a ser de gran importancia en la ingeniería de sistemas porque permite, entre otras cosas, describir el sistema poniendo de manifiesto sus variables pertinentes y sus relaciones. Además, puede estudiarse su comportamiento bajo diversas condiciones de operación, sin necesidad de construir el sistema y someterlo a condiciones de operación real; se pueden reducir considerablemente los costos al poder experimentar con el modelo y no con el sistema real; se puede aumentar la seguridad de los sistemas reales al poner en situaciones extremas al modelo, etc.

Como puede advertirse, la modelación es un paso del análisis muy importante y que merece ser estudiado con profundidad. Para ello se dará una definición de modelo, su clasificación y elaboración.

2- Definición

En el lenguaje diario, la palabra modelo tiene tres usos diferentes: como sustantivo, como adjetivo y como verbo. En el primer caso se refiere a un ente físico, a un sistema, que representa a otro ente, es decir, a otro sistema. Así, un plano de una casa, es un modelo de casa. Un avión en miniatura, es el modelo de un avión.

Como adjetivo modelo indica el máximo de perfección, en oposición a la ausencia total de esa cualidad. Por ejemplo, cuando alguien dice: "Antonio es un modelo de marido". Antonio en este caso, representa la perfección en maridos, el marido ideal. Puede notarse lo siguiente, y que se debe tener siempre presente: **el modelo es una idealización**, pero es una idealización **subjetivo**, depende de cada persona, o corresponde a un grupo de personas que piensan igual.

Finalmente, como verbo, modelar es dar forma física a algo, como por ejemplo, modelar una maqueta, Como verbo proviene de la escultura, donde se usaba un modelo vivo, el prototipo, para realizar el modelo de barro o yeso; éste servía como modelo para construir un molde, que era utilizado para hacer la estatua definitiva, volcando metal fundido dentro del mismo.

Integrando estos significados, se puede decir que el **modelo es una representación de un sistema real**. Esta representación sólo detalla las **cualidades relevantes** que son de interés para el estudio que se está llevando a cabo. Es en consecuencia, si se realiza la maqueta de una casa, no interesa usar el mismo material con que se hará la casa, ni tampoco darle color a las paredes y ventanas, salvo que se estudiara el caso desde un punto de vista estético. En la maqueta se estudiará la distribución y relaciones de los distintos ambientes, que es el objetivo principal al construir una maqueta, permitiendo la introducción de cambios que resulten económicos, ya que se realizan en el modelo y no en el sistema. Más económico sería usar el plano de la casa, que también es un modelo.

Puede notarse que los modelos se utilizan en la vida diaria y en la ciencia para tomar decisiones frente a un determinado problema. En la investigación científica, es obligatorio el uso de modelos: **la ciencia es una disciplina que busca la verdad mediante modelos y teorías**. Parece increíble, pero durante más de un milenio el hombre y los científicos han utilizado modelos inconsciente o conscientemente, pero nunca le han dado la real importancia que merecen. Los investigadores han generalizado y tanto una estatua como un sistema de ecuaciones son modelos, con distintas jerarquías en cuanto a su nivel de abstracción.

Una tipificación de los modelos ha sido establecida por Murdick y Ross, y es la que se expone a continuación. Es necesario aclarar que ésta es una clasificación general, también seguida por Ackoff y por Churchman, quienes en realidad son los que más han insistido en la importancia del modelo en la investigación de sistemas.

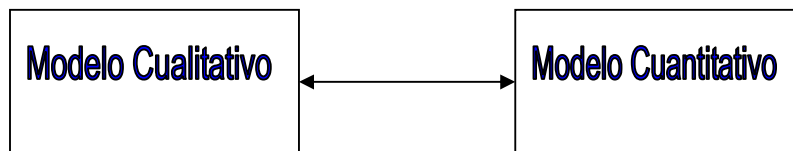
3- Clasificación de Modelos:

La clasificación se hace con respecto a distintas referencias, que son las siguientes:

- 3.1) Referencia a la escala de medición
- 3.2) Referencia a la generalidad
- 3.3) Referencia a la estructura
- 3.4) Referencia al tiempo
- 3.5) Referencia a la incertidumbre

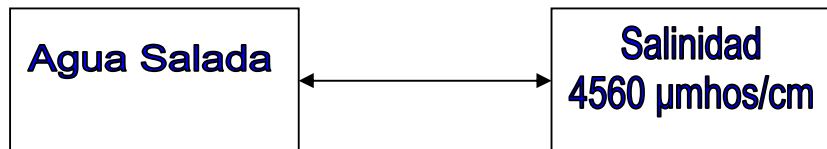
3.1.- Referencia a la escala de medición

En la elaboración de un modelo, hay que determinar si el modelo es **cuantitativo o cualitativo**, de acuerdo a la medición que se realiza en sus variables, La mayor parte del pensamiento relacionado con los problemas de negocios comienza con los modelos cualitativos, y gradualmente se llega hasta un punto donde pueden usarse los modelos cuantitativos. La investigación de sistemas se ocupa de la sistematización de los modelos cualitativos y de su desarrollo, hasta el punto en que puedan cuantificarse.



Hay muchos problemas que no pueden cuantificarse exactamente debido a uno o más de los siguientes motivos: técnicas inadecuadas de medición, necesidad de muchas variables, desconocimiento de algunas variables, relaciones especiales ignoradas, y relaciones con tantas peculiaridades y excepciones que son demasiado complejas para expresarlas en forma cuantitativa. Sin embargo, mediante el empleo de análisis lógico, métodos de ordenamiento, teoría de conjuntos, etc., puede hacerse que se apliquen al problema ciertas técnicas útiles. Un ejemplo de estos modelos es la clasificación botánica de un vegetal.

Cuando se construye un modelo con símbolos para representar constantes y variables cuantitativas, entonces a este modelo se lo llama modelo cuantitativo. Se considera que una ecuación matemática es un modelo de este tipo, porque representa una abstracción de las relaciones o condiciones entre constantes y variables.



También puede ser mixto, que es el caso más general, Existe una tendencia no recomendable de querer cuantificar los modelos, en el humano afán de elevar el nivel jerárquico de la investigación que se realiza, con la creencia que un modelo cuantitativo tiene mayor status.

3.2.- Referencia a la generalidad

Se presentan dos tipos: **modelos generales y modelos específicos**. Los modelos generales tienen una amplia aplicación en distintas situaciones y no está condicionado a ciertos valores específicos. Por ejemplo, el modelo $Y = b \cdot X + a$ es un modelo general ya que los coeficientes a y b pueden asumir cualquier valor real.

Los modelos específicos se emplean para la solución de un problema determinado. Se refieren a condiciones particulares, a un instante determinado, espacio restringido, persona o grupo de personas identificadas, etc. Por ejemplo, el modelo $Y = 2,1 \cdot X + 3$ es un modelo específico, ya que los coeficientes tienen valores determinados.

Es importante este concepto ya que en Informática cuando una realiza programas para procesar datos que resuelven un problema, se debe tratar que los modelos sean generales.

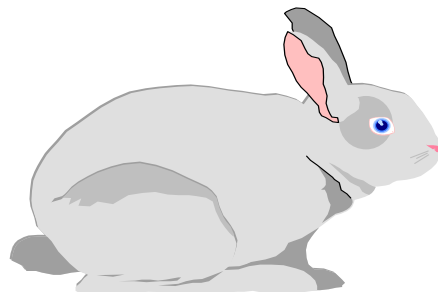
3.3.- Referencia a la estructura:

Con referencia a su estructura, los modelos pueden ser: icónicos, analógicos y simbólicos. Es la clasificación más conocida, ya que muchos autores se refieren solamente a esta tipificación que, sin duda, tiene mucha importancia.

3.3.1- Modelos icónicos

La palabra 'icono' proviene del griego que significa 'imagen'. El modelo icónico representa al mundo físico mediante una imagen. El modelo puede ser una verdadera reproducción del sistema estudiado, pero a escala diferente, como en el caso de un auto de juguete o el de un avión en miniatura, para someterlos a distintas condiciones extremas en el túnel de pruebas. A veces, pueden tener la misma escala, pero se ha utilizado otro material para la construcción del modelo: autos de cartón, sin motor, para solucionar problemas de estacionamiento. Es decir, que en el modelo icónico sólo se consideran las propiedades que interesan. Son transformaciones de los sistemas físicos originales en otros sistemas, también físicos, más sencillos en general que los originales y que conservan las características esenciales de éstos. También pueden ser representaciones en donde se pierde una o más dimensiones del prototipo. Por ejemplo, un monte frutal de manzanos es tridimensional, pero su fotografía (modelo icónico) es bidimensional.

En general, los modelos icónicos son particulares y aún individuales: sirven para un determinado sistema y no se pueden extender su aplicación. Resultan fáciles de comprender, ya que el nivel de abstracción es mínimo, aunque varía. Así en una estatua, la abstracción es menor que en el plano de una casa, que es más general.

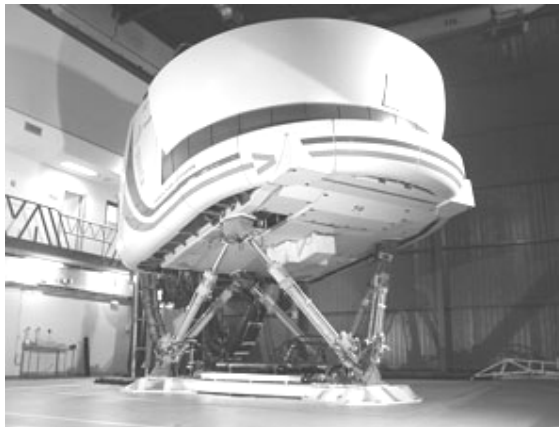


Modelo Icónico de un conejo

3.3.2.- Modelos analógicos

En estos modelos aumenta el nivel de abstracción, con respecto a los modelos icónicos. Son representaciones físicas de los objetos materiales originales, en los cuales, el modelo no tiene un parecido directo (no es imagen) con el objeto original; sin embargo puede establecerse una relación uno a uno entre las variables fundamentales del modelo y del objeto original. Existen analogías entre las propiedades del sistema y las de su modelo, es decir, hay semejanza pero no es una reproducción fiel, salvo para algunas propiedades.

Los modelos analógicos se utilizan sobre todo para explicar los sistemas dinámicos, lo que representa una ventaja fundamental sobre los icónicos. Ejemplos de estos modelos son: la utilización de una segadora mecánica que simula el pastoreo intensivo del ganado; la explicación de lo que sucede en un circuito eléctrico mediante un modelo formado por tuberías, por las cuales se hace circular un líquido coloreado que representa la corriente eléctrica, etc.



Simulador de vuelo de la NASA

3.3.3.- Modelos simbólicos

Ya se ha podido deducir que existe una relación directa entre la intensidad de abstracción y la generalidad de aplicación de los modelos. Los modelos simbólicos representan la máxima abstracción y, por supuesto, la máxima generalidad; puede decirse que son universales. Estos representan las propiedades relevantes del sistema original, mediante cantidades, relaciones matemáticas o lógicas.

Como ventaja se puede decir que son fáciles de manipular; mejora la comunicación a través de una expresión precisa del problema en contraste con la descripción verbal y, sobre todo, pueden integrarse con otros trabajos. Ejemplos de estos modelos son: la ley de Ohm, funciones de producción, modelos del movimiento del agua en el suelo, etc. Por ejemplo: $d=1/2g.t^2$, que permite determinar la distancia de caída de un cuerpo en el vacío, durante un tiempo t .

3.4.- Referencia al tiempo

Si los atributos que forman parte de la estructura del modelo, no cambian o se modifica durante el tiempo que se lo utiliza, entonces el modelo se considera estático en dicho período. En cambio, si al transcurrir el tiempo todos o algunos de sus atributos son modificados o cambiados, se tiene un modelo dinámico. Por ejemplo, una fotografía es un modelo icónico estático, en cambio una película es un modelo icónico dinámico.

3.5.- Referencia a la incertidumbre

De acuerdo a si existe o falta de incertidumbre, los modelos se han clasificado en dos tipos: modelos deterministas y probabilísticos.

Cuando el modelo funciona en condiciones de certidumbre, se utiliza la ecuación matemática, que es determinista. Hay estricta causalidad (a tal causa – tal efecto), y por lo tanto se puede hablar de variables dependientes e independientes. Pero la ciencia, en la mayoría de los casos se enfrenta con problemas del mundo natural, donde los fenómenos son aleatorios y producidos por multitud de causas; entonces, se estudia la casualidad con los modelos estadísticos o probabilísticos. En este último tipo de modelos se indican las variables controlables y las incontrolables. En cambio en el modelo determinístico o matemático todas las variables son controlables. Ejemplo es el modelo lineal

$$Y_i = \alpha + \beta \cdot X_i$$

modelo matemático

$$Y_i = \alpha + \beta \cdot X_i + \varepsilon_i$$

modelo .probabilístico

Este modelo puede expresar la relación entre la producción de la parcela *i*-ésima (Y_i) y el *i*-ésimo contenido de nitrógeno en el suelo (X_i). El tercer término del modelo probabilístico determina la aleatoriedad que se tiene en las respuestas, al detectarse diferentes producciones aunque el nivel del nitrógeno en el suelo sea el mismo. Si la respuesta a una determinada cantidad de nitrógeno siempre fuera igual, esto es la misma producción, entonces sólo los dos primeros términos de la relación serían suficientes (modelo matemático).

La clasificación de los modelos enunciados anteriormente, es dentro de su misma clase mutuamente excluyentes, es decir, un modelo puede ser estático o dinámico, pero no ambas cosas a la vez; en cambio, no son mutuamente excluyentes entre clases, por ejemplo el modelo puede ser generalista, simbólico, dinámico y probabilístico.

4- Elaboración de Modelos

Solamente se darán normas generales de cómo construir un modelo, a través de los siguientes pasos:

4.1.- Análisis del problema:

Conocer la naturaleza del problema y la finalidad del modelo. Se debe siempre tener presente al sistema, y en qué medida el modelo representará al todo o a una de sus partes. Primero el objetivo, el prototipo y luego el modelado del modelo. MODELO CONCEPTUAL o CUALITATIVO. Por ejemplo, estructurar un sistema estableciendo su entorno e interacciones.

4.2.- Definición de atributos y variables:

Hacer una lista completa de las variables a utilizar. Esto es una etapa fundamental. Muchos investigadores eligen las variables casi sin pensar, lo que casi siempre es el resultado de experiencias circunstanciales, no siempre recomendables. Es conveniente que este paso lo realicen varios investigadores, en lo posible de distintas disciplinas, y que se complete la lista de variables en dos o tres etapas. Si por ejemplo, se conocen las actividades producidas por las entidades, se podrá establecer sus atributos y expresarlos como variable que toman distintos valores a medida que se produce una acción.

4.3.- Diseño del modelo:

Formulación de relaciones, hipótesis, y propuesta del modelo. En este paso se fijan las condiciones sobre las cuales el modelo funciona, es el costo que hay que pagar debido a la abstracción, y es fundamental tenerlo presente en los pasos sucesivos. Bajo estas condiciones se diseñan y proponen modelos que intentan corresponder sus propiedades con las del mundo real. Se obtiene un Modelo Cuantitativo y Ejecutable.

4.4.- Obtención de datos:

Se diseñan y elaboran tablas de datos que surgen como consecuencia de la medición de variables en el mundo real.

4.5.- Validación del modelo:

Se realiza una comparación entre lo modelado y la realidad: si lo observado concuerda con lo propuesto. Si el modelo es determinístico, la validación se transforma en una verificación, y por lo tanto, su resultado deber ser exacto (sin errores). Una función lógica o una ecuación matemática tienen resultados exactos. En cambio, un modelo estocástico o probabilístico se valida con la realidad, y sus resultados implican una aproximación a la misma. Su grado de error se hace aceptable sólo con un criterio estadístico.

Debe notarse sin ambigüedad, que validación y verificación son dos conceptos diferentes dentro de la Informática.

4.6.- Interpretación de los resultados.

Puede suceder que el modelo no represente al sistema real, y por lo tanto, deberá retornarse a cualquiera de los pasos anteriores. En caso contrario, se harán los estudios necesarios sobre el modelo formulado.

Inevitablemente, al principio, el modelo no llega al objetivo, y pueden sentirse deseos de abandonarlo con gran disgusto,. Sin embargo una nueva propuesta, o una mejor medición de la realidad puede mejorar paulatinamente al modelo. Este proceso de retroalimentación, en la formulación de modelos, permite al investigador o al profesional “acercarse” a la solución final del proyecto. En el diagrama 2 se ha esquematizado cómo elaborar un modelo. Es necesario tener presente que al principio el modelo puede ser un simple enunciado verbal y por lo tanto obtener una mala evaluación cuando se llega a la etapa de validación. A medida que se logra mayor información tiende, progresivamente, a conceptualizarse mejor los modelos y a tener evaluaciones más correctas.

Si el Modelo Conceptual es erróneo, entonces de nada sirve tener un Modelo Cuantitativo perfecto.

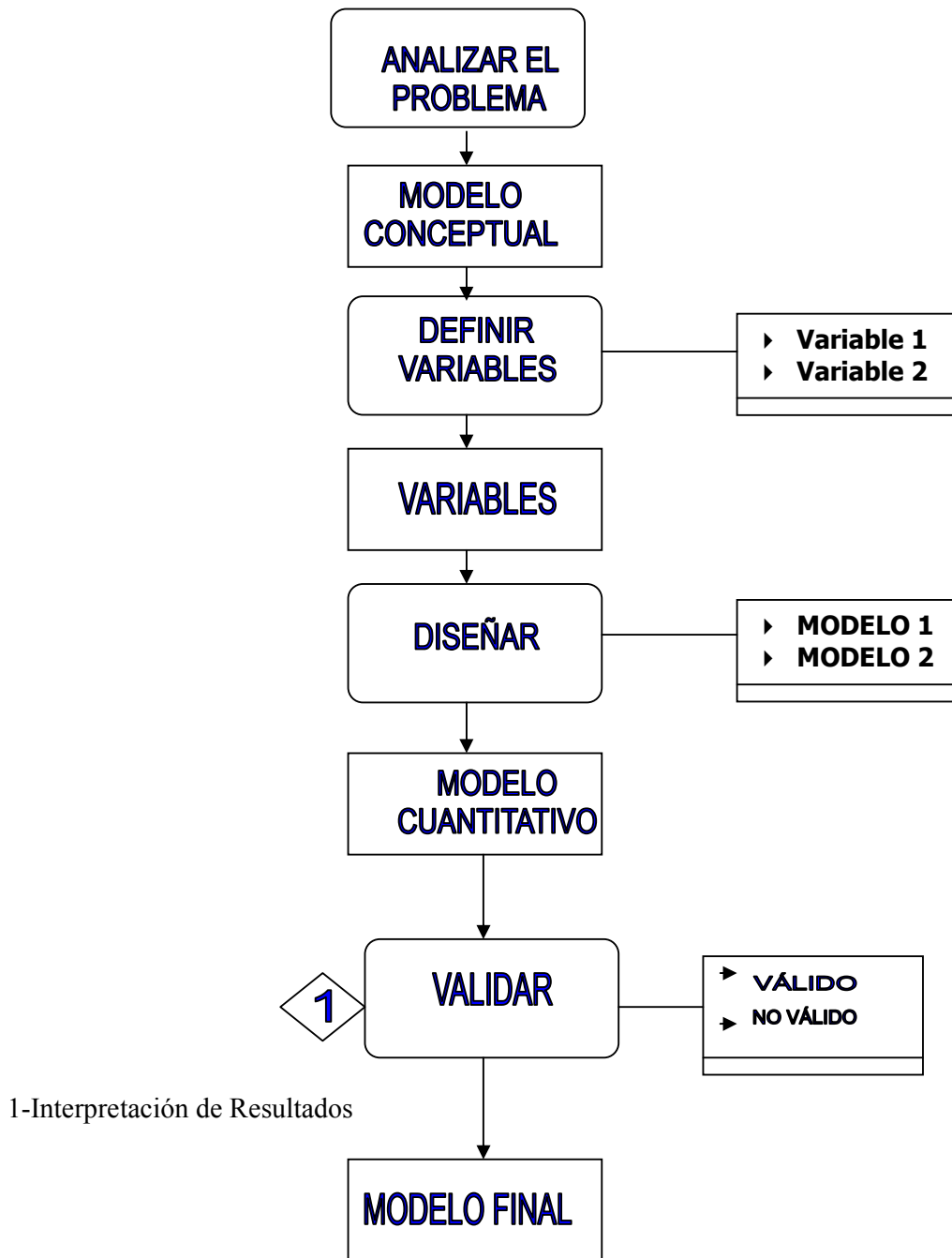


Diagrama 2: Función de los modelos en ingeniería en sistemas

Como las condiciones también pueden ser cambiantes, se hace necesario una revisión permanente del modelo y, un modelo que sea correcta para una empresa, puede que sea un fracaso total en otra.

GUÍA DE ESTUDIO

MODELOS

- 1- ¿Cuáles son las etapas fundamentales de la investigación científica?
- 2- ¿Qué es un modelo?
- 3- ¿Cuál es la diferencia entre un modelo cualitativo y uno cuantitativo?
- 4- Dar dos ejemplos de modelo: generales y específicos.
- 5- ¿Qué se entiende por modelos icónicos? Dar un ejemplo.
- 6- ¿Qué se entiende por modelos analógicos? Dar un ejemplo.
- 7- ¿Qué se entiende por modelos simbólicos? Dar un ejemplo.
- 8- ¿Cuál es la diferencia entre un modelo matemático y uno probabilístico?
- 9- ¿Cuál es la diferencia entre un modelo estático y uno dinámico?
- 10- ¿Cuáles son los pasos a seguir para construir un modelo?
- 11- ¿En qué etapa se obtiene un modelo cuantitativo y ejecutable?
- 12- ¿Qué diferencia existe entre verificación y validación de un modelo?
- 13- ¿Qué se entiende por modelo conceptual?
- 14- Dar un ejemplo de modelo conceptual y de uno cuantitativo.
- 15- Dar un ejemplo de un modelo icónico y dinámico.

CAPITULO III

SIMULACIÓN

1.- Introducción

2.- Definición

3.- Metodología de la simulación

- 3.1.- Análisis del problema
- 3.2.- Formulación del modelo
- 3.3.- Recolección de datos
- 3.4.- Programación del modelo
- 3.5.- Validación del modelo
- 3.6.- Experimentación
- 3.7.- Interpretación

4.- Clasificación de modelos de simulación

- 4.1.- Simulación discreta
- 4.2.- Simulación continua

5.- Ventajas y limitaciones de la simulación

Objetivos Específicos

- Conocer la metodología de la simulación.
- Simular modelos obtenidos a partir de situaciones problema.

PALABRAS CLAVE

Simulación
Técnica numérica
Análisis de problema
Formulación de modelo
Recolección de datos
Programación del modelo
Validación del modelo
Experimentación
Interpretación
Simulación discreta
Simulación continua

SIMULACIÓN

1.- Introducción

En los temas anteriores se ha advertido la importancia de formular modelos a partir de sistemas reales, con el objetivo de describirlos, explicarlos o experimentar con ellos. Si el modelo permite 'imitar' la situación real o parte de ella, puede ser utilizado con fines experimentales en lugar del prototipo. Este método de 'imitar' la realidad es lo que se conoce como simulación y que, a consecuencia de los grandes avances de la computación, se ha transformado en una herramienta importante.

La palabra simulación comenzaron a usarla en 1940 John Von Neuman y Stanislaw Ulam, al desarrollar el método Montecarlo para resolver problemas de blindaje nuclear ya que eran demasiado costosos para la experimentación física o demasiado complejos para la solución analítica. Posteriormente las empresas las aplicaron para solucionar problemas como: mercadotecnia, distribución física de maquinarias, problemas de manufacturas, control de inventarios, etc. En la investigación agronómica se han desarrollado, en forma creciente, numerosos trabajos de simulación como por ejemplo: la simulación de sistemas de riego, conservación de forrajes para la sequía, maximización de producción en espárragos, etc.

El propósito de este estudio es conocer esta herramienta del diseño de sistemas y su amplio campo de aplicación. Para ello se darán definiciones de simulación y una metodología para su utilización.

2.- Definición de simulación

Se ha empezado a utilizar la palabra simulación sin haber dado previamente una definición de ella. Por consiguiente, antes de proseguir con la discusión de este tema, sería conveniente describir alguna de las más aceptadas y difundidas.

☞ Thomas H. Naylor la define así:

Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en un computador. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos de tiempo.

☞ Para Robert E. Shannon:

Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo, con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema.

☞ Y finalmente Gordon dice:

Definimos la simulación de sistemas como una técnica para resolver problemas, a base de seguir cambios a través del tiempo de un modelo dinámico de un sistema.

Así que la simulación con computador, tal como se acaba de definir y tal como es entendida, implica dos procesos principales. Primero, el sistema bajo estudio se representa con un modelo en una forma que permita su solución con un computador.

Segundo, el modelo de simulación se ejecuta en el computador para obtener información sobre el sistema representado.

Según los modelos sean discretos o continuos, la simulación se clasifica en:

- a- simulación discreta
- b- simulación continua

Además la simulación es una técnica y, como tal, tiene una metodología. A continuación se desarrollarán las distintas etapas de ésta metodología y, posteriormente, algunas consideraciones de simulación discretas y continuas.

3.- Metodología de la Simulación

Se ha escrito mucho acerca de los pasos necesarios para realizar un estudio de simulación. Sin embargo, la mayoría de los autores opinan que los pasos necesarios para llevar a cabo un experimento de simulación son:

3.1.- Análisis del problema

Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular, es necesario hacer primeramente un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, objetivos y metas del sistema.

3.2.- Formulación del modelo:

Una vez definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, el siguiente paso es definir y construir el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas que describen en forma completa al modelo.

3.3.- Recolección de datos:

Es posible que la facilidad de obtención de algunos datos y la dificultad de conseguir otros, puedan influenciar el desarrollo y formulación del modelo. Por consiguiente, es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados. Normalmente, éstos se pueden obtener por información histórica, opinión de expertos y, si no hay otra posibilidad, por experimentación.

3.4.- Programación de modelo

Con el modelo definido, el siguiente paso es realizar el programa para el computador. Se debe decidir qué software utilizar para la simulación. Se pueden utilizar lenguajes de alto nivel como FORTRAN, VISUAL BASIC y PASCAL, o software de aplicación como planillas electrónicas o los paquetes específicos de simulación como GPSS, SIMULA, SIMSCRIPT, DYNAMO, etc. En esta etapa se debe verificar el correcto funcionamiento del modelo programado.

3.5.- Validación del modelo:

En la mayor parte del trabajo experimental existe el problema de relacionar los resultados con el sistema real, porque el ambiente no es el mismo que aquel donde han de aplicarse los resultados. En los modelos de simulación es especialmente cierto el problema de inferir los resultados, puesto que se obtienen, por lo general, partiendo de modelos matemáticos y no físicos. Para poder hacer inferencia respecto a la realidad con

resultados simulados, es necesario tener alguna indicación de lo bien que el modelo representa al sistema real. **El proceso de valoración del modelo se conoce como validación de la simulación.**

A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos con que se alimentó el modelo. Las formas más comunes de validar un modelo son mediante:

- a- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
- b- Comparar los resultados del modelo con datos históricos.
- c- Comprobar fallas del modelo de simulación, provocadas por la utilización de datos que hacen fallar el sistema real.
- d- La aceptación y confianza en el modelo, de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

3.6.- Experimentación:

La experimentación con el modelo se realiza después de haberlo validado. Se planifican cuidadosamente los experimentos a efectuar con el modelo, para dar luz a la información requerida en la definición del sistema. El plan debe incluir los datos y condiciones iniciales que se van a usar, el número de corridas del programa requeridas para asegurar la significancia de los resultados y el tipo de resultados deseados.

3.7.- Interpretación:

Una vez que se ha planificado el experimento, se lo ejecuta y, finalmente, se interpretan los resultados obtenidos.

En la Figura 1, se muestra la metodología general para la simulación, en donde se pone de manifiesto la característica principal de retroalimentación que tiene cada una de sus etapas.

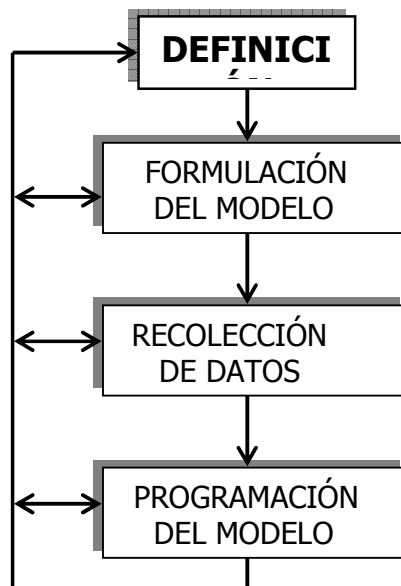


Figura 1: Diagrama de la metodología de la simulación

4.- Clasificación de Modelos de Simulación

Los modelos de simulación se dividen en dos tipos básicos:

- 4.1.- Simulación discreta
- 4.2.- Simulación continua

4.1.- Simulación discreta

En este tipo de modelos, las variables que explican el estado del sistema cambian, únicamente durante ciertos instantes de tiempo y, entre estos instantes el estado del sistema está fijo. Los componentes del sistema actúan entre ellos únicamente en ciertos puntos discretos del tiempo, el estado del sistema cambia durante esos instantes de interacción llamados **eventos**. Ejemplos son: los modelos de recurrencia, sistemas de inventarios, flujos de fondo, etc.

4.2.- Simulación continua

Las variables que describen el estado del sistema varían continuamente con el tiempo y, por consiguiente, los componentes principales del sistema se describen por sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias o parciales. Ejemplos de simulación continua son: los modelos depredador-presa, modelos de epidemias, etc.

5.- Ventajas y limitaciones de la Simulación

Las técnicas de la simulación son muy útiles, porque permiten experimentar con un modelo del sistema en vez del sistema real que está funcionando. El experimento con el sistema mismo podría resultar demasiado costoso en términos de dinero y, en muchos casos, sería demasiado arriesgado. Por ejemplo, en la implantación de un nuevo sistema de cuentas corrientes en un banco, no sería conveniente poner el sistema sin haberlo simulado previamente. De acuerdo a su historia y, a la frecuencia de los movimientos en las cuentas, se puede experimentar en el computador y observar cómo funcionará el sistema en diversas condiciones. La metodología de simulación permite que se manipule una réplica del verdadero sistema, para efectuar corridas de pruebas antes de comprometer recursos verdaderos del banco. Esto es una importante ventaja de la simulación.

Cuando se instalan nuevas máquinas y equipo en una fábrica, pueden ocurrir congestiones y problemas imprevistos. La simulación puede evitar esas posibles dificultades, porque permite al gerente de producción advertir ciertos problemas que de otro modo no se tendrían en cuenta. Los estudios de simulación constituyen una forma muy valiosa y conveniente de descomponer en subsistemas un sistema complicado. A su vez, cada subsistema puede simularse individual o conjuntamente con otros.

En algunos casos, la experiencia del diseño de un modelo de simulación y su implementación en un computador, puede ser más valiosa que la misma simulación.

El empleo de los juegos de negocios ha sido sumamente benéfico para el adiestramiento del personal administrativo en todos los niveles. Permite que los jugadores observen la reacción recíproca de sus decisiones en las políticas y objetivos de la compañía, en condiciones de incertidumbre y que los participantes averigüen rápidamente sus capacidades y deficiencias. Esta clase de simulación crea un alto grado de motivación personal y de aprendizaje, porque la retroalimentación proporciona una base para la evaluación y corrección individual. Deja que cada participante ponga a prueba cursos alternativos de acción antes de tomar una decisión definitiva. Como casi todos los juegos de negocios emplean computadoras, dan a los participantes cierta familiaridad con el procesamiento electrónico de datos.

La simulación incluye el tiempo en el análisis de situaciones, esencialmente, dinámicas. En una simulación por computador en las operaciones de negocios, pueden comprimirse los resultados de varios años en unos cuantos minutos de funcionamiento.

También hay que reconocer las limitaciones de la simulación. No produce simulaciones óptimas y, cada corrida de simulación, es como un experimento aislado que se efectúa bajo una serie de condiciones dadas, definida por una serie de valores para la solución de entrada. Por lo tanto, se necesitarán muchas corridas de simulación.

Al ser más fácil su utilización puede dar por resultado la sustitución de las técnicas matemáticas analíticas cuando éstas son las más adecuadas.

La simulación está sujeta a los problemas de inclusión de variables correctas, funciones adecuadas, etc.; como cualquier otro modelo simbólico.

GUÍA DE ESTUDIO

SIMULACIÓN

- 1- Definir simulación
- 2- ¿Cuáles son los pasos a seguir en una simulación?
- 3- ¿Qué significa validar un modelo?
- 4- Nombrar dos formas de validar un modelo
- 5- ¿Qué es una simulación discreta? Dar dos ejemplos.
- 6- ¿Qué es una simulación continua? Dar dos ejemplos.
- 7- Explicar algunas de las ventajas y limitaciones de la simulación.
- 8- Realizar un esquema de la metodología de la simulación
- 9- ¿Cuál es la clase de modelo básico necesario para poder realizar una simulación?
- 10- Si se simula un sistema, ¿Cuál es la característica que se está estudiando del mismo?