

## **6. GUIA PARA CREAR UN MODELO**



Una vez vista ya la parte de teoría y los ejercicios, el lector debería de poder abordar la creación de un modelo de simulación sobre el tema que a él especialmente le interesa. A continuación se ofrecen unas indicaciones tan precisas como es posible teniendo en cuenta que se dirigen a un amplio colectivo de temas y situaciones.

Es normal en este punto sentir una cierta inquietud y desconcierto. Así que es necesario recomendar calma y sosiego. Crear un modelo de simulación aplicando la Dinámica de Sistemas requiere unos conocimientos teóricos y prácticos que muy posiblemente el lector ya ha adquirido en los capítulos anteriores, y la percepción que este es un trabajo artesanal, que requiere paciencia, mucha paciencia.

Es necesario seguir un cierto orden en este proceso. El esquema siguiente señala las etapas a seguir y a continuación se describen las características esenciales de cada una de ellas. Aunque tienen una estructura lineal es posible que en algunas ocasiones sea necesario retroceder y repetir alguna de ellas a la luz de la nueva percepción que hemos adquirido del tema que estamos analizando.



---

## ESQUEMA

### **A - CREAR EL DIAGRAMA CAUSAL**

- 1.- DEFINIR EL PROBLEMA
- 2.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE PRIMER ORDEN
- 3.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE SEGUNDO ORDEN
- 4.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE TERCER ORDEN
- 5.- DEFINIR LAS RELACIONES
- 6.- IDENTIFICAR LOS BUCLES DE REALIMENTACION
- 7.- DEPURAR LAS INFLUENCIAS NO RELEVANTES
- 8.- IDEAR POSIBLE SOLUCIONES AL PROBLEMA.

### **B - CREAR EL DIAGRAMA DE FLUJOS**

- 9.- CARACTERIZAR LOS ELEMENTOS
- 10.- ESCRIBIR LAS ECUACIONES
- 11.- ASIGNAR VALORES A LOS PARAMETROS
- 12.- CREAR UNA PRIMERA VERSION DEL MODELO
- 13.- ESTABILIZAR EL MODELO
- 14.- IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS CLAVE
- 15.- SIMULAR

### **C. ESCRIBIR LAS CONCLUSIONES**

---

## **A - CREAR EL DIAGRAMA CAUSAL**

Existen reputados autores que defienden la inutilidad de crear el diagrama causal, ya que cualquier sistema mínimamente complejo contiene un número de bucles tal que hace imposible analizar su comportamiento, y por lo tanto aventurar ningún tipo de propuestas o soluciones que tengan una mínima garantía de éxito. Concluyen argumentando que el diagrama de flujos es mucho más explícito y útil ya que nos muestra con claridad los flujos que existen en el sistema, que son en definitiva los elementos reguladores del mismo sobre los que deberemos de actuar para tener el control del mismo.

Si bien son comprensibles estos argumentos, también son indudables algunas de las virtudes del diagrama causal, entre ellas tenemos en primer lugar que es un método sencillo de ordenar las ideas, con frecuencia confusas al inicio de cualquier estudio, en segundo lugar, visto como una simple etapa previa, permite pasar con facilidad los elementos y las relaciones del sistema al diagrama de flujos, y en tercer lugar permite una comunicación clara y fluida con el usuario final, cosa que el diagrama de flujos no permite.

### **1.- DEFINIR EL PROBLEMA**

Sin duda esta es la etapa clave del estudio a realizar. Sin duda esta es la etapa clave del estudio a realizar. Sin duda esta es la etapa clave del estudio a realizar.

Con frecuencia el cliente no plantea con sinceridad al consultor que va a realizar el modelo el propósito final del estudio. Es necesario presionar tanto como sea posible para lograr una definición precisa del problema que debemos analizar. Si es posible hay que intentar que sea por escrito y firmado. Vamos a concentrar nuestros esfuerzos en una dirección, si no es la correcta o es modificada posteriormente nuestro trabajo habrá sido en el mejor de los casos inútil, y con frecuencia frustrante.

Es conveniente definir el problema en términos que podamos apreciar con claridad cuando mejora y cuando empeora. Son validas tanto definiciones cuantitativas (minutos de espera del cliente) como cualitativas (miedo a volar en avión), pero hemos de hacer un esfuerzo de concreción que se verá pronto recompensado.

No es nada útil definir el problema en términos similares a estos: “el problema son las deficiencias en la toma de decisiones por las carencias de comunicación entre los vendedores debido a las divergencias en los aspectos metodológicos, y las consecuencias que se derivan en el aprovechamiento y mejora del conocimiento de los clientes”.

Es recomendable describir en el centro de una hoja DIN A4 en blanco.

### **2.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE PRIMER ORDEN**

En esta etapa es necesario escribir el nombre de todos los elementos que creemos que tienen influencia con el problema. De nuevo, pueden ser elementos cuantitativos o

cualitativos, pero que podamos siempre valorar cuando han tenido una mejora o aumento, o una disminución o empeoramiento.

Es muy conveniente recopilar información sobre estudios científicos o técnicos que avalen esta relación causal, o en su defecto la opinión de una persona bien conocedora del tema que debemos abordar. En esta etapa no es necesario que nos preocupemos sobre la magnitud de esa relación o la forma en la que la vamos a cuantificar o modelar.

Escribiremos el nombre de estos elementos alrededor del nombre del problema que hemos escrito en el centro de la hoja en blanco.

### 3.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE SEGUNDO ORDEN

Una vez que tenemos localizados los elementos que influyen directamente en el estado del problema en los términos que hemos definido, hemos de identificar los elementos que influyen en ellos, a los que llamaremos influencias de segundo orden.

Son elementos no relacionados directamente con el problema, pero que condicionan de forma decisiva a los que si lo hacen. Por lo tanto debemos de tener presente el estado y la evolución de estos elementos.

Escribiremos el nombre de estos elementos alrededor de los anteriores.

### 4.- DEFINIR LAS INFLUENCIAS DE TERCER ORDEN.

Repetiremos el proceso anterior con nuevos elementos que influyen en ellos, y repetiremos esta operación tantas veces como sea necesario.

En definitiva retomaremos la definición de Sistema para construir un modelo formado por todos los elementos relacionados entre si de forma que la modificación del estado de uno de ellos modifica significativamente el estado de otro elemento.

La pregunta inevitable es saber cuando hemos de detenernos. Se dice que Dios es la causa última de todas las cosas y que llegamos a él a través del número mágico 7. A efectos prácticos no es necesario llegar a la relación causal de séptimo orden sino simplemente se trata de limitar la cantidad de elementos al tamaño de la hoja de papel. Los elementos que no tengan cabida en ella ... en realidad no tienen una influencia significativa en el problema que deseamos analizar.

### 5.- DEFINIR LAS RELACIONES

La siguiente etapa consiste en dibujar las flechas o influencias que creemos existen entre los elementos del sistema. Si la definición de los elementos ha sido correcta no existirá mayor dificultad en asignar un signo positivo o negativo a cada una de las relaciones. En el caso de que no sea posible establecer con claridad el signo de la relación es necesario volver a definir los elementos implicados.

El sentido de la relación causal y su signo no debería de presentar una gran dificultad. En aquellos fenómenos que se producen casi de forma simultanea no es evidente el sentido de la relación causal, de forma que para un extraterrestre le puede ser difícil de identificar en primera instancia si es la lluvia la que provoca la apertura de los paraguas, o bien son estos la causa de que empiece a llover.

## 6.- IDENTIFICAR LOS BUCLES DE REALIMENTACION

Los bucles nos van a dar señales sobre el posible comportamiento del sistema, y también sobre las posibles medidas para incrementar sus efectos o bien para atenuarlos. Para ello deberemos de identificar tanto los bucles que existen como los signos de estos bucles y a partir de ahí buscaremos en los bucles positivos los motores del cambio y en los bucles negativos las causas de la estabilidad del sistema.

Este es un buen momento para identificar aquellas relaciones donde existen retrasos significativos, ya sean materiales o de información, y los señalaremos en el diagrama, ya que este aspecto va a crear una dinámica propia en el sistema.

## 7.- DEPURAR LAS INFLUENCIAS NO RELEVANTES

Es necesario depurar el sistema de aquellos elementos inicialmente incluidos en él pero que en las etapas siguientes hemos percibido que su papel en relación al problema que nos ocupa no es relevante, en ocasiones simplemente porque sus efectos se producen más allá del horizonte temporal con el que hemos planteado el modelo.

En cierta forma construir un modelo se asemeja a un acordeón ya que hay etapas de ampliación del modelo, añadiendo nuevos elementos al mismo, y etapas de simplificación, suprimiendo elementos innecesarios. Es conveniente que el formato final quede tan pequeño como sea posible.

## 8.- IDEAR POSIBLE SOLUCIONES AL PROBLEMA.

A la vista del diagrama causal que tenemos, con las relaciones causales bien identificadas, los bucles con sus signos respectivos, los retrasos materiales y de información bien señalizados y hecha la depuración de los elementos innecesarios, podemos empezar a tratar de identificar si es posible identificar algunos de los patrones de comportamiento de los sistemas y si es así podremos empezar a idear algunas soluciones para el problema.

En muchas ocasiones aquí finaliza el trabajo, ya que hemos adquirido un profundo conocimiento de las causas que provocan el problema y somos capaces de proponer soluciones basadas en este conocimiento y en la dinámica propia que el sistema posee.

Las soluciones más eficaces vienen siempre de la modificación de las relaciones que hay entre los elementos más que de un intento de modificar la naturaleza de los elementos.

## **B - CREAR EL DIAGRAMA DE FLUJOS**

La creación del diagrama de flujos se hace directamente sobre la pantalla del ordenador con el software de simulación que utilizemos, y no reviste especial dificultad si ya disponemos del diagrama causal. En general está formado por los mismos elementos, aunque suele ser necesario añadir algunos elementos auxiliares.

### **9.- CARACTERIZAR LOS ELEMENTOS**

Recordando brevemente las indicaciones que se daban en el capítulo de “Creación de un modelo” podemos decir que es necesario en primer lugar identificar los Niveles del sistema y para ello podemos hacer una foto mental del sistema y aquellos elementos que aparecen en ella son los Niveles. Las variaciones de estos elementos son los Flujos. Han de tener las mismas unidades más una componente temporal. El resto de elementos son Variables auxiliares.

Los Flujos no suelen aparecer en el diagrama causal de una forma explícita y deben de ser añadidos en la creación del diagrama de flujos.

### **10.- ESCRIBIR LAS ECUACIONES**

En esta etapa hemos de concretar las relaciones que existen entre los elementos. Para ello podemos utilizar sencillas fórmulas aritméticas, hacer uso de las funciones que el software nos facilita, o bien utilizar las tablas cuando sea difícil establecer una ecuación.

### **11.- ASIGNAR VALORES A LOS PARAMETROS**

Algunos elementos del modelo son constantes en el horizonte de simulación definido y deberemos de asignarles un valor. En ocasiones disponemos de esta información y en otras deberemos de asignarles un valor razonable. La precisión no suele aportar en este tipo de modelos grandes ventajas, ya que aunque conozcamos con precisión el valor que ha tenido una constante en el pasado sin duda será de más utilidad conocer si este valor se va a mantener en el futuro o no. Podemos conocer con toda precisión la esperanza de vida pasada, pero sin duda será de mayor utilidad saber la tendencia o las modificaciones que posiblemente va a sufrir tras modificar la estructura del modelo.

De igual forma las ecuaciones suelen incorporar parámetros a los que debemos de asignar un valor. Es importante vigilar que sea lo más explícito y bien documentado posible ya que a diferencia de las constantes que son muy visibles los parámetros colocados en una ecuación no se pueden percibir por el lector o usuario final, y pueden influir decisivamente en el comportamiento del modelo.

### **12.- CREAR UNA PRIMERA VERSION DEL MODELO**

Es imposible crear un modelo completo al primer intento, pero es muy útil disponer siempre de un modelo que funcione por simple que sea, es decir, que se pueda ejecutar. Se trata pues de ir haciendo versiones que incorporen mejoras.

### 13.- ESTABILIZAR EL MODELO

Las primeras versiones del modelo suelen ser inestables debido a que no hemos sabido asignar valores correctos a algunas variables. Es muy útil disponer de un modelo que funcione con todas sus variables estables.

### 14.- IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS CLAVE

En esta etapa hemos de localizar los elementos que son clave en el comportamiento del sistema. Estos serán los elementos sobre los que se habrán de centrar las propuestas para mejorar el estado del sistema y así solucionar el problema.

### 15.- SIMULAR

La generación de propuestas se ha de basar en introducir modificaciones en el modelo que después puedan llevarse a la práctica, para así poder seleccionar la que ofrezca mejores resultados.

## C. ESCRIBIR LAS CONCLUSIONES

La etapa final consiste en la elaboración de las conclusiones una vez que consideramos que hemos completado el proceso de simulación. Han de ser concisa, indicando la propuesta o propuestas con claridad. Podemos acompañarla de algún diagrama causal que no es necesario que sea el del modelo completo sino una versión muy simplificada. El modelo, si queremos mostrarlo, ha de colocarse en un anexo.

Es conveniente evitar títulos para las conclusiones similares a “Construcción de un modelo de simulación para el estudio ....” y utilizar en cambio títulos como “Estudio del problema ...” porque en realidad al usuario final no le interesa mucho saber si hemos hecho un modelo de simulación, una hoja de cálculo o un programa informático.

En definitiva el usuario final quiere entender las propuestas que le llevamos y como es lógico le hemos de convencer de su bondad, si el modelo nos ayuda en este último aspecto lo utilizaremos pero en general explicar el modelo va a requerir un gran esfuerzo de atención por parte del usuario que no suele agradecer.

**Tanto si cree poder desarrollar usted solo todo este proceso como si observa que tiene dificultades en seguir sus etapas, un buen consejo es que acuda al capítulo de Cursos de Formación.**