

Modelos matemáticos, ¿Los oráculos del siglo XXI?.

Hoy basta decir que se ha llegado a una conclusión tras la utilización de un modelo matemático para que nadie se atreva a poner en duda dicha conclusión. Pero, ¿son infalibles los modelos matemáticos? ¿Se puede poner en duda sus conclusiones? ¿Qué hay detrás de un modelo?

Una mala utilización de los modelos matemáticos llevará a que estos no sean mejor método de predicción que la lectura de los posos de té o del vuelo de las golondrinas o lo que sería aún peor, que recomendasen, por ejemplo, el sacrificio ritual de una virgen como único medio para salir de una crisis.

Esta nota de aplicación intenta explicar de forma muy simple lo que hay tras un modelo matemático.

La construcción de un modelo matemático puede ser un camino muy largo, donde hay que tomar muchas decisiones que sin lugar a dudas van a tener consecuencias muy importantes en los resultados.

El por qué de los modelos

Un modelo se utiliza cuando no podemos utilizar la realidad. Esta imposibilidad puede ser física, por ejemplo el tiempo, se necesitarían muchos años, incluso millones de años para ver el resultado de una acción, bien sea por el tamaño, bien sea por la dificultad de visualización, o bien sea por otras muchas razones.

Se utilizan los modelos a escala de barcos para poder determinar sus propiedades hidrodinámicas en los canales de prueba, hacerlo a tamaño real sería inviable económicamente.

En el colegio para explicar la electricidad se usa, muchas veces, el modelo hidráulico porque un flujo de agua se puede ver, cosa que no ocurre con una corriente eléctrica.

En el caso de modelos medioambientales, hacer el ensayo en la realidad podría tener un coste medioambiental no asumible.

Para ver como responde el público ante un nuevo producto hay poblaciones modelo que se usan para ver la respuesta antes de tomar la decisión de lanzar masivamente el producto. Esto disminuye las posibilidades de un fracaso a gran escala. Lo mismo pueden hacer las encuestas para adelantar los resultados de unas elecciones.

Los nuevos fármacos se prueban sobre animales modelo antes de autorizar la utilización en hombres y también se buscan modelos matemáticos que eviten en el futuro la necesidad de utilizar los animales modelos.

El tema se complica aún mas si se pretende conocer el futuro, por ejemplo el tiempo que va a hacer mañana o como va a variar la temperatura media en las próximas décadas.

Si se tiene un conocimiento de las ecuaciones que controlan lo que queremos estudiar es posible hacer un modelo matemático. La complejidad del modelo puede ser muy variada desde una simple operación aritmética, hasta sistemas de numerosas ecuaciones diferenciales.

Los ordenadores digitales supusieron una revolución en el mundo de los modelos matemáticos, pero siempre se está pensando en realizar un ordenador un poco más potente para resolver un modelo que aún no puede ser resuelto satisfactoriamente.

Partes de un modelo matemático

De una forma sencilla se podría decir que el desarrollo y aplicación de un modelo matemático tiene varias partes.

- **Una formulación matemática.** Esta formulación expresa en ecuaciones el fenómeno que se está estudiando, implica tanto un conocimiento del fenómeno analizado en sí, sea físico, económico, social, etc., como un conocimiento matemático.

La formulación matemática expresa las relaciones entre los parámetros conocidos y los que se quieren conocer. Para hacer un modelo se necesita conocer bien el fenómeno que se quiere modelizar. Este aspecto, básico, muchas veces se olvida y se realiza un modelo partiendo de un conocimiento muy deficiente de la realidad.

- **Una forma de resolver las ecuaciones** planteadas, de calcular las variables que nos interesan. Recuerdese como se solucionaba una ecuación de segundo grado.

Muchas veces la resolución de las ecuaciones planteadas puede implicar la simplificación de las mismas o aplicar un método de cálculo aproximado.

- **Una comprobación** de que tanto la formulación realizada como la resolución de las ecuaciones es adecuada. Esto se realiza, muchas veces, comprobando los resultados obtenidos con los resultados de experimentos ex profeso o con la realidad pasada. Desgraciadamente no siempre se puede hacer esto, lo que significa que no se está seguro si el modelo planteado funciona realmente o no. Es frecuente que el modelo solo se pueda comprobar en algún aspecto parcial o en alguna localización determinada.

- **Aplicación del modelo.** La aplicación del modelo tiene al menos dos partes:

1. Una vez se sabe que el modelo sirve, ya se puede aplicar a situaciones concretas, pero antes es necesario obtener los parámetros de entrada del problema particular. Esta cuestión, en algunos casos, no presenta problemas pero en otros se requiere hacer un gran esfuerzo técnico y/o económico. Hay que ser consciente en todo momento de esta dificultad y de la diversa importancia que tienen los errores que se pueden cometer. Por ejemplo, cuando se modelizan aspectos de contaminación subterránea hay parámetros que su determinación puede implicar errores del 1000% o del 10000% mientras que otros como mucho y por mal que se haga pueden ser del 10%. Quiere llamarse la atención de que algunos fenómenos, por ejemplo los medio-ambientales, son terriblemente complejos y requieren la toma de multitud de parámetros muchos de ellos prácticamente imposibles de conocer en una aplicación real o rutinaria (por ejemplo, en riesgo medioambiental, el coste de determinar alguno de estos parámetros puede ser mayor que pagar la prima de seguro que cubre el máximo).
2. Una vez se tienen los datos de partida se puede iniciar la aplicación del modelo. Pero todavía ahora el modelista tiene que tomar decisiones, en algunos casos muchas decisiones, que van a afectar a los resultados. El modelista tiene que seleccionar algunos parámetros que se van utilizar para resolver matemáticamente el modelo, por ejemplo en soluciones aproximadas cual es el error que se va a considerar, o cual debe ser el tamaño de la malla de discretización, o en fenómenos dinámicos cual va ser el incremento de tiempo, etc., hay otros muchos parámetros

a tener en cuenta. Cuanto más complejo es el modelo más complejo será esta toma de decisiones.

Como puede verse el desarrollo y aplicación de un modelo es algo complejo que tiene muchas fases y donde cometiendo pequeños errores se pueden obtener resultados totalmente falsos.

Este es un buen momento para recordar aquella frase clásica en el mundo de la informática que dice que *“si en un programa de ordenador entra basura sale basura”*. Se podría añadir que, gracias a las representaciones 3D, a la animación por ordenador o a la realidad aumentada o a la virtual, hoy el problema se ha agravado mucho, porque la basura de salida viene envuelta de una forma espectacular, que sin duda nos deslumbrará y nos hará más difícil discernir la utilidad o no de los resultados.

Pero entonces, ¿sirven para algo los modelos matemáticos?

La respuesta tiene que ser contundente, **SI**. Los modelos matemáticos son una herramienta fundamental para entender la naturaleza, para realizar cálculos de ingeniería, para evaluar las consecuencias de una decisión, etc. El problema no está en el modelo sino en quién lo usa, en los parámetros que se introduce, en la interpretación que se realiza de los resultados o como se utilizan estos.

Los modelos matemáticos no son oráculos, son herramientas para conocer nuestro medio, para poder predecir las consecuencias de las decisiones, para poder detectar problemas antes de que aparezcan, para poder determinar la importancia de un parámetro frente a otro, etc.. Las herramientas contribuyen a resolver el problema planteado pero nunca son la solución en si misma.