

## **MODELO BASICO PARA LA SIMULACION DE LA RESPUESTA DEL ORGANISMO FRENTE A LA GESTION REITERADA DE UN TOXICO**

*Autor: Mario Guido Pérez  
Ing Químico (UNLP)*

### **Introducción:**

El ser humano ha reconocido el carácter venenoso de determinadas plantas y animales desde los primeros estadios de su historia. No obstante, el enorme desarrollo de las actividades industriales, en particular de las químicas, determinó la creación de una gran cantidad de sustancias químicas artificiales, tanto en calidad de materias primas como de residuos de determinados procesos, muchas de las cuales presentan efectos adversos para los seres vivos, y dentro de ellos, los seres humanos.

El estudio de estas sustancias y sus efectos sobre el hombre ha determinado el surgimiento de una ciencia relativamente nueva, la *toxicología*, que en su desarrollo ha incorporado conocimientos de otras ciencias, como la fisiología, la farmacología, la bioquímica y la epidemiología. Se desprende de esto que el estudio de la problemática derivada de la exposición a sustancias tóxicas requiere del concurso de varias disciplinas y en consecuencia, de una visión más global que la de cada disciplina en particular.

Resulta entonces interesante mirar estos problemas desde la óptica de la Dinámica de Sistemas, que integra los distintos elementos que los componen en un modelo de análisis y medición que opera sistémicamente y en consecuencia permite observar las mutuas influencias entre los mismos.

### **Breve descripción del modelo**

Cuando un organismo se expone a una sustancia tóxica se desencadenan una serie de procesos extremadamente complejos, en el que se desarrollan mecanismos de absorción, metabolización y eliminación cuyas velocidades son muy difíciles de calcular.

El esquema más sencillo permite imaginar un organismo al cual **ingresa** una determinada cantidad de tóxico, y a la vez **elimina** una proporción del mismo. Si la eliminación es muy rápida, es probable que el organismo pueda tolerar nuevas cantidades en forma fraccionada. Pero si es muy lenta, la exposición durante un período largo puede dar lugar a la acumulación, alcanzando e incluso sobrepasando el **umbral** de toxicidad, con todas sus consecuencias, desde reacciones alérgicas a la muerte.

De ahí entonces que no alcanza con conocer la peligrosidad de un tóxico, sino también la **duración, concentración y frecuencia** de la exposición al mismo.

El presente modelo contempla las situaciones descriptas en los párrafos precedentes de la siguiente manera:

- 1) El nivel **Tóxico acumulado** representa el organismo expuesto
- 2) Al mismo ingresa una cantidad, denominada **Incorporación**, y medida en mg/h, que está regulada por la variable **Concentración**, que es la concentración de tóxico en el ambiente al que se expone el organismo, y **Horas exposición**, que permite simular una semana laboral con un cierto turno de trabajo (**Duración turno**), descanso diarios y descanso de fin de semana.
- 3) Por otra parte, del nivel **Toxico..** egresa una cierta cantidad, vía **Eliminación**, que responde a una cinética de primer orden, es decir, la cantidad acumulada es proporcional a la cantidad presente. La ecuación que representa el fenómeno es:

$$dC/dt = k C$$

Donde  $k$ , **el coeficiente de eliminación**, es en definitiva el coeficiente constante de primer orden, se mide en fracciones por unidad de tiempo y encierra toda la complejidad del mecanismo de eliminación.

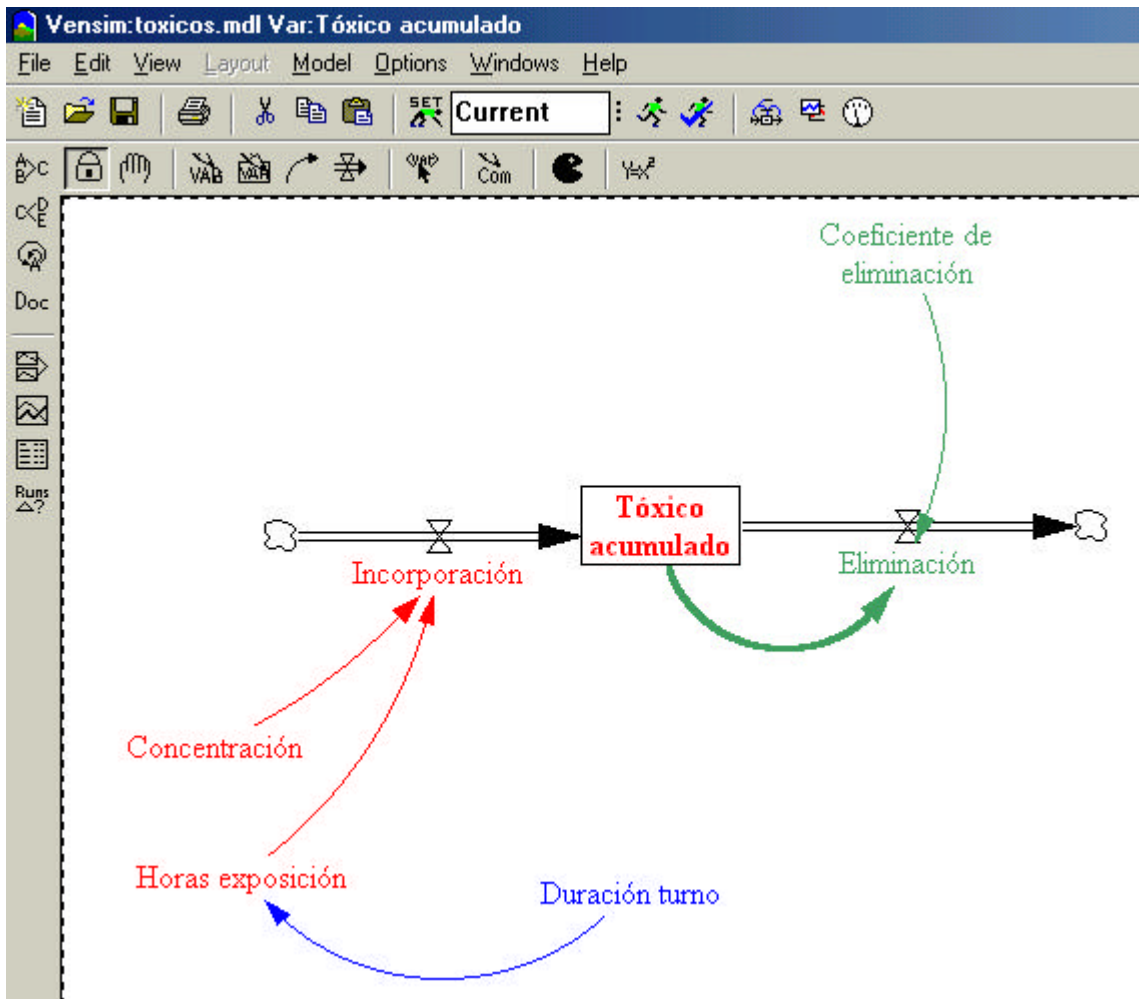
Este tipo de reacción permite fácilmente el cálculo del **tiempo medio**, que es el tiempo necesario para que el nivel de concentración baje a la mitad y que se obtiene por integración de la ecuación anterior resultando:

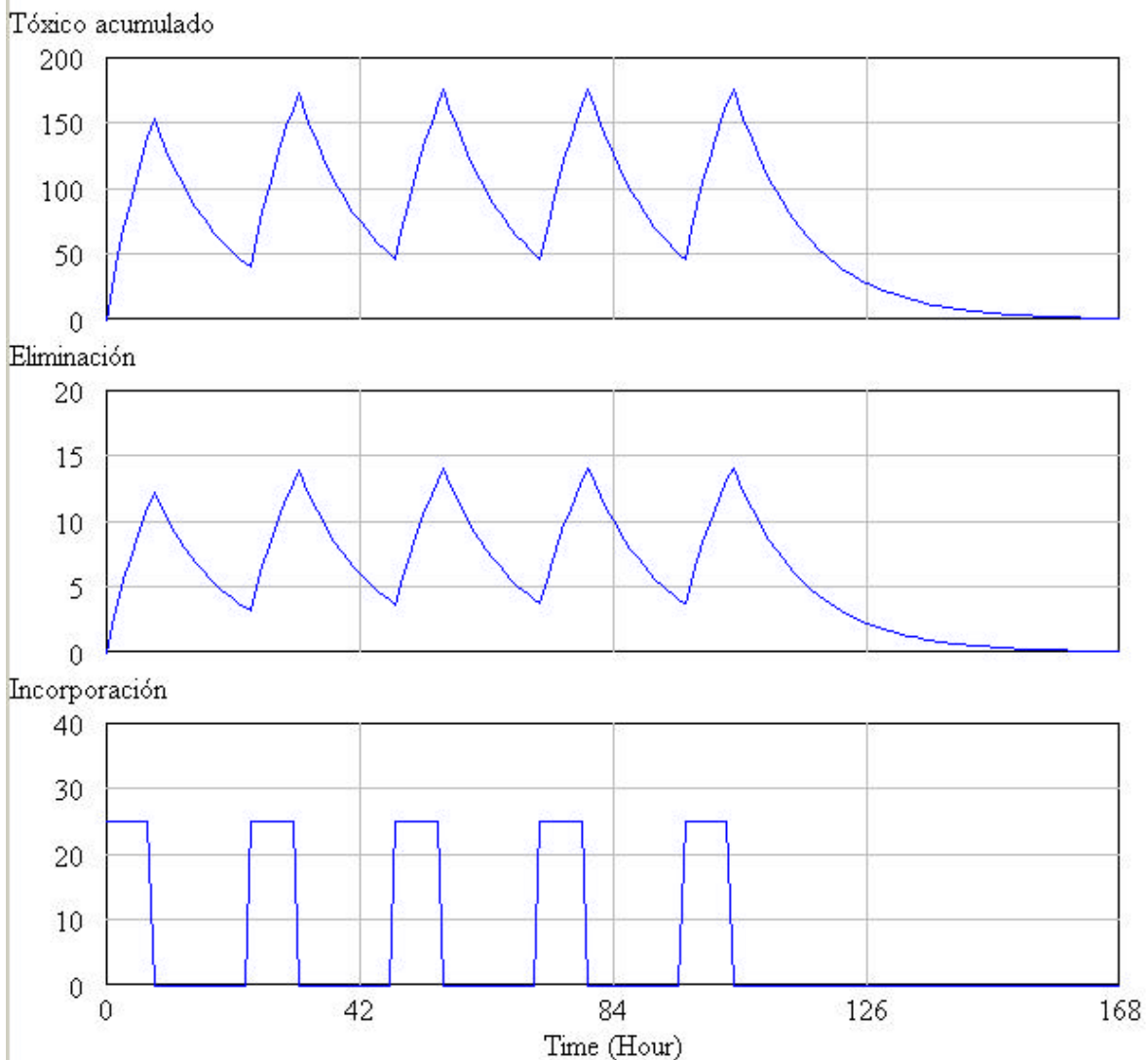
$$t \text{ medio} = - (\ln C/Co) / k \quad \text{con } C/Co = 0.5$$

Si se reemplaza  $C/Co$  en la expresión se ve que el tiempo medio sólo depende de  $k$ .

### Conclusiones:

- 1) El modelo permite analizar interacciones básicas entre la concentración del tóxico, la frecuencia y duración de la exposición y la capacidad de eliminación.
- 2) La concentración en el ambiente tiene una incidencia directa en el valor máximo alcanzado en el nivel de acumulación, de modo que bajo ciertas circunstancias puede provocar el rebase del umbral más allá de la capacidad de eliminación del organismo.
- 3) Dada una cierta capacidad de eliminación,  $k$ , el simple cálculo previo del tiempo medio permite disminuir el número de simulaciones necesarias ya su valor en relación con la frecuencia de exposición y la duración de la misma brinda una primera aproximación a las posibilidades de eliminación por parte del organismo.





## Epílogo

El autor ha logrado en este trabajo lo esencial de los buenos modelos: la simplicidad. Me consta que a pesar de su conocimiento del tema a modelar y de la técnica de creación de modelos, no ha sido un trabajo fácil, pero sin duda el resultado ha valido la pena. Mis felicitaciones al autor.

Dr. Juan Martín García

Director del Area de Dinámica de Sistemas de la Cátedra UNESCO en Tecnología, Desarrollo Sostenible, Desequilibrios y Cambio Global

<http://www.catunesco.upc.es/ads/ads.htm>

