

TALLER DE VENSIM SOBRE LAS POBLACIONES

GALVIS CHRISTIAN,
christian.galvis@unillanos.edu.co
 UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

INTRODUCCIÓN A VENSIM.

VENSIM ES UNA HERRAMIENTA VISUAL DE MODELAJE QUE PERMITE CONCEPTUALIZAR, DOCUMENTAR, SIMULAR, ANALIZAR Y OPTIMIZAR MODELOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS. VENSIM PROVEE UNA FORMA SIMPLE Y FLEXIBLE DE CONSTRUIR MODELOS DE SIMULACIÓN, SEAN LAZOS CAUSALES O DIAGRAMAS DE STOCK Y DE FLUJO.

MEDIANTE LA CONEXIÓN DE PALABRAS CON FLECHAS, LAS RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA SON INGRESADAS Y REGISTRADAS COMO CONEXIONES CAUSALES. ESTA INFORMACIÓN ES USADA POR EL EDITOR DE ECUACIONES PARA AYUDARLO A COMPLETAR SU MODELO DE SIMULACIÓN. PODRÁ ANALIZAR SU MODELO SIGUIENDO EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN, MIRANDO LAS CAUSAS Y EL USO DE LAS VARIABLES Y TAMBIÉN SIGUIENDO LOS LAZOS RELACIONADOS CON UNA VARIABLE. CUANDO CONSTRUYE UN MODELO QUE PUEDE SER SIMULADO, VENSIM LE PERMITE EXPLORAR EL COMPORTAMIENTO DEL MODELO.

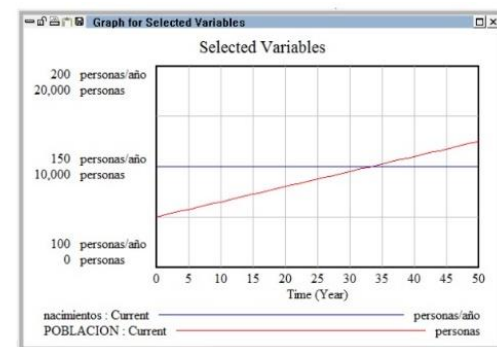
OBJETIVOS

En este informe se procesara y se analizara diversos modelos simples que estudian el crecimiento de diferentes poblaciones, a través de la herramienta Vensim que se especializa para estos casos.

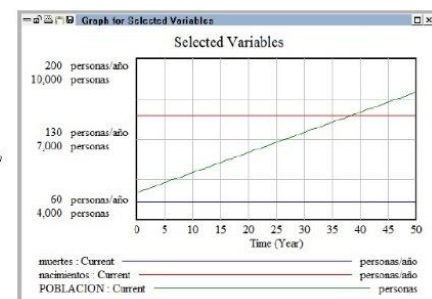
Flujos constantes: En cualquier momento es igual al número de personas que han entrado al nivel (a través de los nacimientos, inmigración, o cualquier

otro proceso de entrada) hasta ese momento, menos las que han salido del nivel por mortalidad, emigración entre otros, hasta ese momento.

EJEMPLO 1. Un determinado pueblo tiene 5000 habitantes. Cada año, aproximadamente nacen 150 bebés. Nuestro objetivo es el de estimar la población en los próximos años.



EJEMPLO 2. Ahora necesitamos algo más de información sobre el pueblo. Nos hemos enterado que nacen 150 personas cada año, pero también mueren 75 personas cada año. Deseamos analizar la evolución de la población en los próximos años.

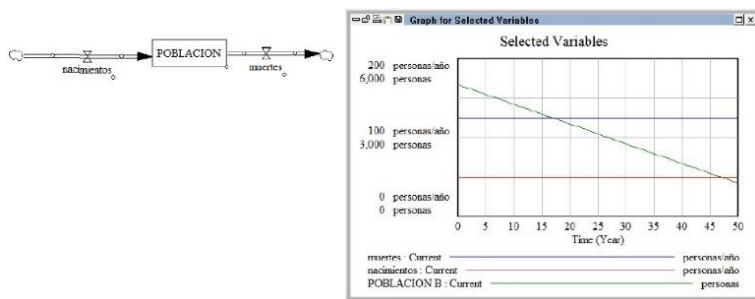


¿Por qué aumenta la población? En el gráfico podemos ver que la línea correspondiente a los nacimientos está por encima de la línea correspondiente a las muertes. Cada año nacen 150 personas y mueren 75, de este modo la población se incrementa en 75 personas al año. La población se comporta como el agua en una bañera. Si el agua que entra es mayor que la que sale, el nivel del agua en la bañera se incrementa.

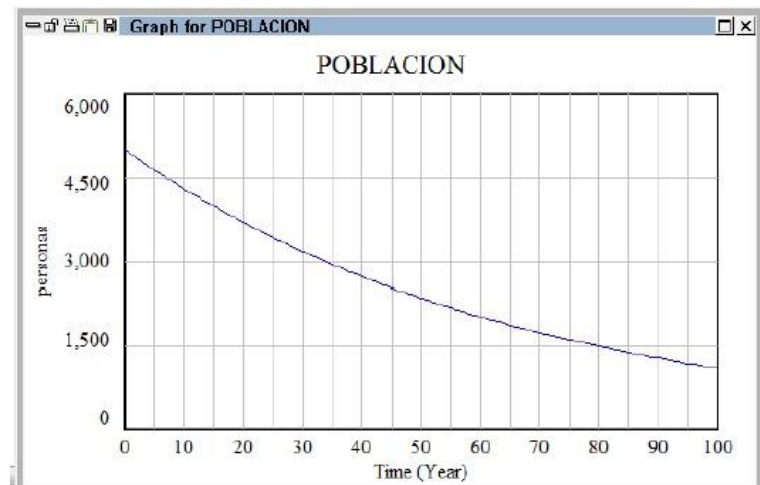
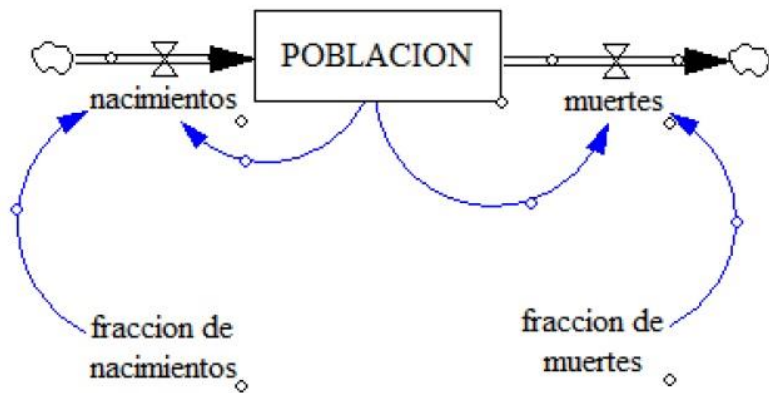
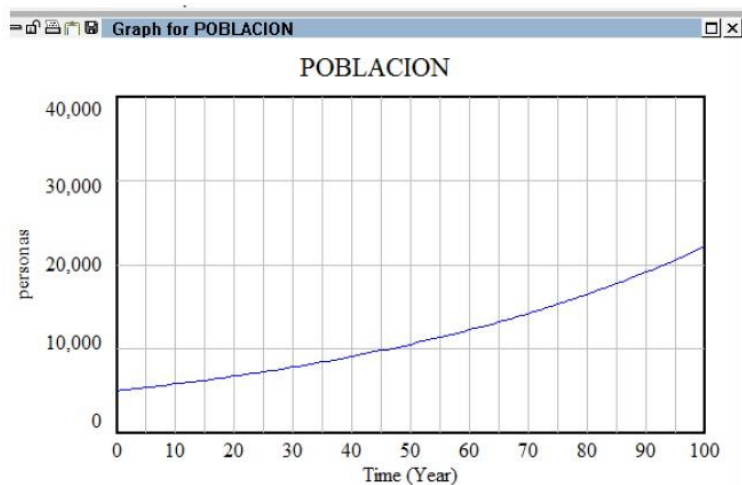
EJEMPLO 3.

Tratemos de situarnos en otro escenario: Supongamos otro pueblo B que tiene hoy 5000 habitantes.

Una media de 50 bebés nacen por año, y sin embargo una media de 125 personas fallecen al año. ¿Qué sucederá en el pueblo en los próximos años?

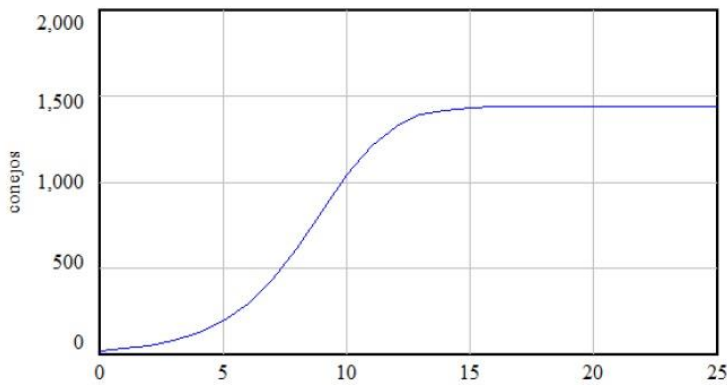


Retroalimentación (Feedback): La razón de que nuestro modelo no se comporte de forma realista es que hemos simplificado enormemente los flujos de nacimientos y muertes. No hay forma de que el flujo de las muertes pueda ser más grande que la población en ese momento. En la vida real, la tasa de muertes de una población depende del tamaño de la población actual. Lo mismo le ocurre, evidentemente, a la tasa de nacimientos.



Modelo Logístico: Un crecimiento exponencial sostenido no puede existir en el mundo real. Todo crecimiento exponencial lleva encubierto otro proceso que actúa como freno a ese crecimiento. El cambio de crecimiento exponencial al crecimiento asintótico, o bien de retroalimentación positiva a negativa, recibe el nombre de crecimiento logístico o crecimiento en forma de S.

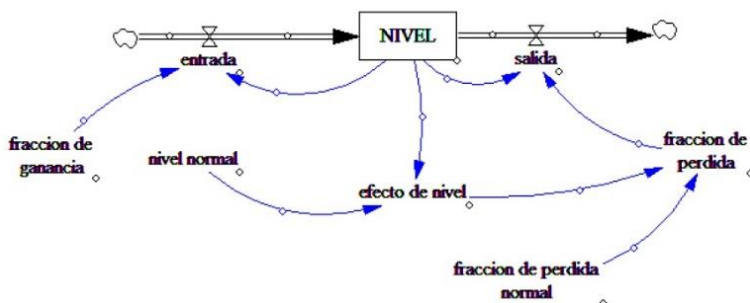
Estructura genérica: Supongamos una población de conejos situados en un medioambiente con recursos limitados. La variable crítica es el número de conejos que comen por el prado. La población de conejos aumenta.



Debido a la tasa de nacimientos. Esta tasa de nacimientos refuerza el ciclo de retroalimentación positivo. Sin embargo, un ciclo de retroalimentación negativo está latente. Al aumentar el número de conejos y al ser fija la cantidad de agua, esto hace que el agua que corresponde a cada conejo descienda.

Cuando la cantidad de agua no es suficiente algunos conejos empiezan a morir. El ciclo negativo reduce la velocidad de crecimiento hasta que la cantidad de agua es suficiente para soportar a la población de conejos.

En la siguiente figura se aprecia una estructura genérica que muestra de forma intuitiva ciclos de retroalimentación y la contención de un sistema:

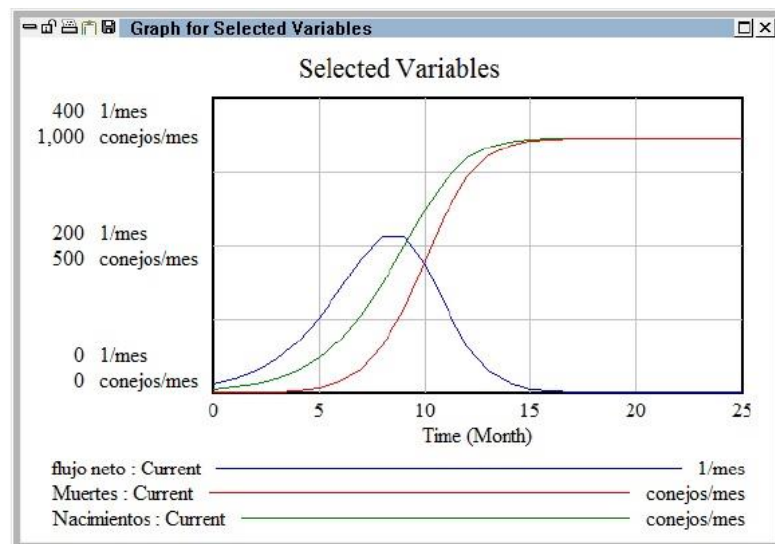
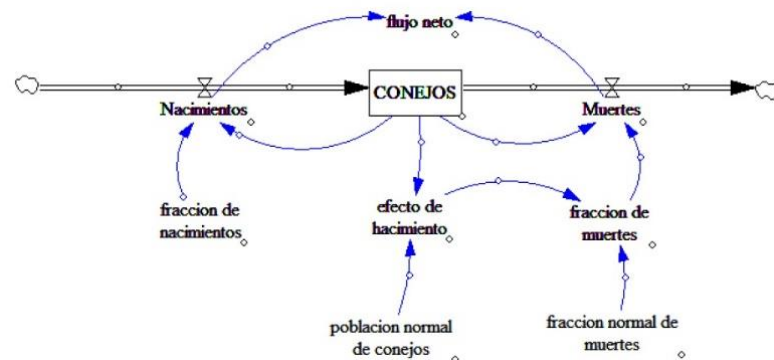


Modelo para estudiar el crecimiento de una población de conejos: Supongamos una población de conejos situados en un medioambiente con recursos limitados. La variable crítica es el número de conejos que comen por el prado. La población de conejos aumenta debido a la tasa de nacimientos. Esta tasa de nacimientos refuerza el ciclo de retroalimentación positivo. Sin embargo, un ciclo de retroalimentación negativo está latente. Al aumentar el número de conejos y al ser fija la

cantidad de agua, esto hace que el agua que corresponde a cada conejo descienda.

Cuando la cantidad de agua no es suficiente algunos conejos empiezan a morir. El ciclo negativo reduce la velocidad de crecimiento hasta que la cantidad de agua es suficiente para soportar a la población de conejos.

El siguiente esquema representa al diagrama causal para un modelo que analiza el crecimiento de una población de conejos en un medioambiente que cuenta con recursos limitados.



El comportamiento obtenido de la población de conejos nos sirve para ilustrar las características que determinan el crecimiento. Los cambios en el flujo neto del nivel hacen cambiar la forma del crecimiento. Cuando el flujo neto tiene pendiente positiva (derivada) el ciclo de retroalimentación positivo es el que domina y entonces el crecimiento es del tipo exponencial. Cuando el ciclo que domina

es el negativo, la pendiente a la curva del flujo neto es negativa y entonces el nivel tiene un crecimiento del tipo asintótico. El cambio de uno al otro ocurre cuando la pendiente del flujo neto es cero. Esto significa que el flujo neto alcanza el valor máximo. El nivel cesa de crecer cuando el flujo neto es cero.

Simulación de modelos dinámicos biológicos:

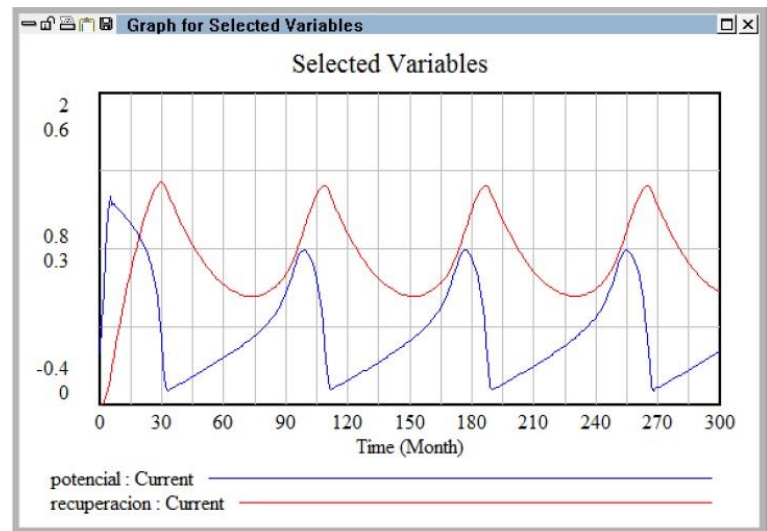
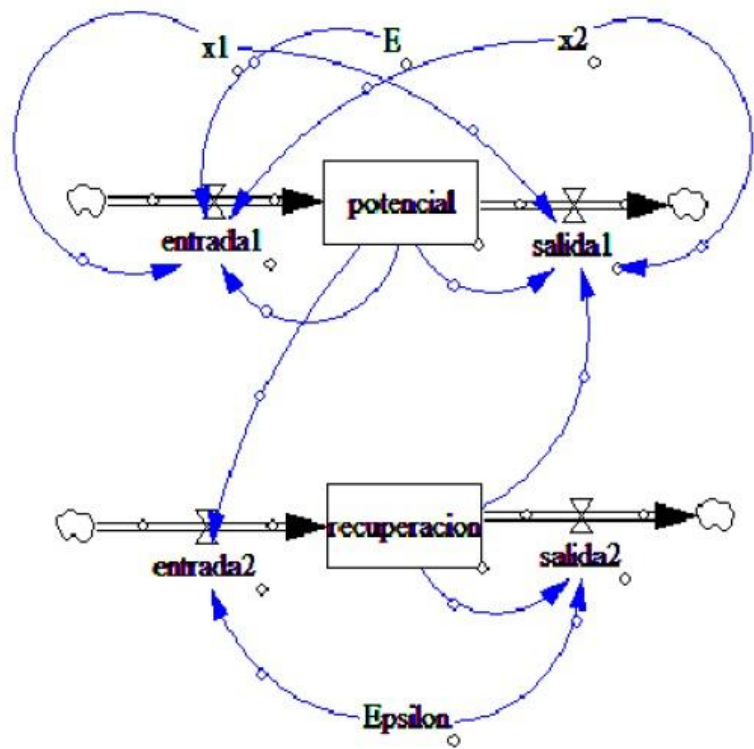
Construir, simular y analizar a través del programa Vensim PLE sistemas dinámicos más complejos que los vistos en la práctica anterior, como son el modelo neuronal de Fitzhugh - Nagumo, un modelo que describe la evolución del virus del sida, y el modelo presa - depredador de Lotka - Volterra.

Modelo neuronal de Fitzhugh – Nagumo: El modelo de Fitzhugh - Nagumo describe el comportamiento de células nerviosas en condiciones ideales de laboratorio, de tal manera que todas las dendritas receptoras retienen el mismo potencial.

Se ignora, por ejemplo, el cambio de potencial a lo largo del axon y a través de la célula. Por tanto, lo único que causa la reacción de la célula es que exista un potencial externo lo suficientemente grande que permita establecer una señal de entrada a través de la dendrita de conexión.

Si tomamos como valores iniciales del potencial 0, recuperación 0, y como valor de $E = 0$, entonces al simular el modelo utilizando el método de Euler con un paso $h = 0.1$ no obtenemos respuesta de la célula, ya que el potencial es nulo, caso en el que todos los valores se mantienen iguales excepto $E = 0$ y el valor inicial del potencial = 0.4. Ahora, la célula responde cuando el potencial inicial de la membrana es positivo.

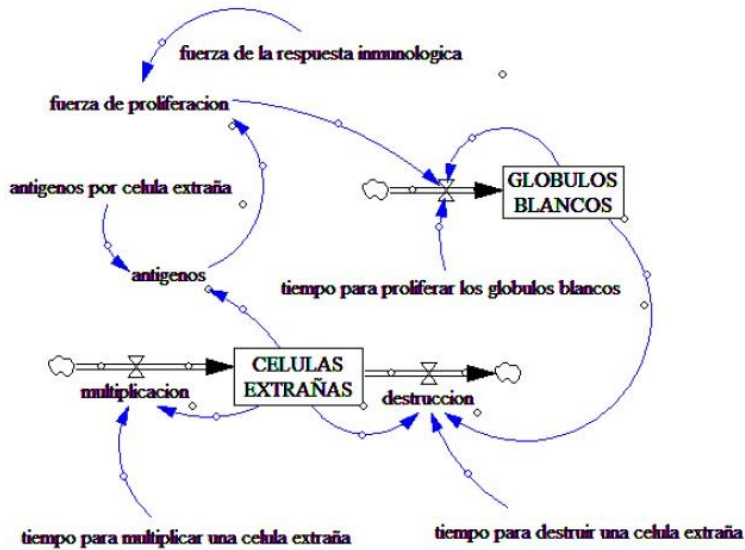
El potencial de la membrana tiende asintóticamente hacia cero desde el valor inicial, después de subir y atravesar el valor nulo.



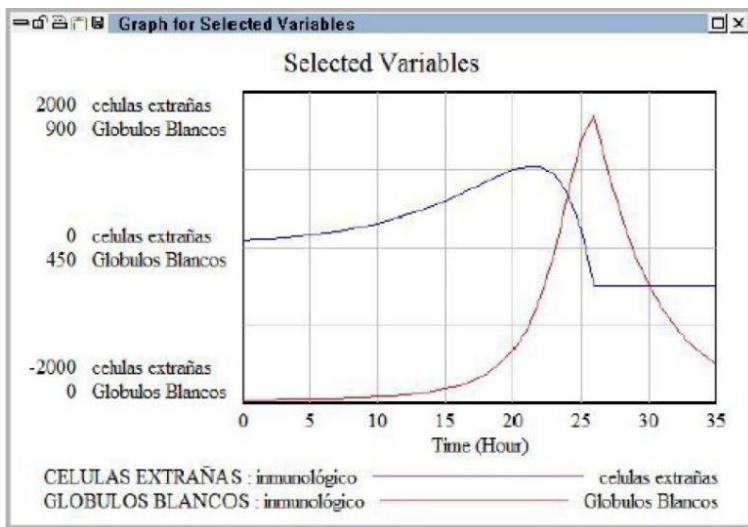
Modelo que estudia la respuesta inmunológica:

Para el año 2010 aproximadamente 40 millones de personas de todo el mundo llegarán a estar infectadas con el VIH (virus de inmunodeficiencia humana), el cual causa el SIDA (Acquired Immune Deficiency Syndrome). Comenzaremos haciendo una breve introducción del sistema inmunológico humano.

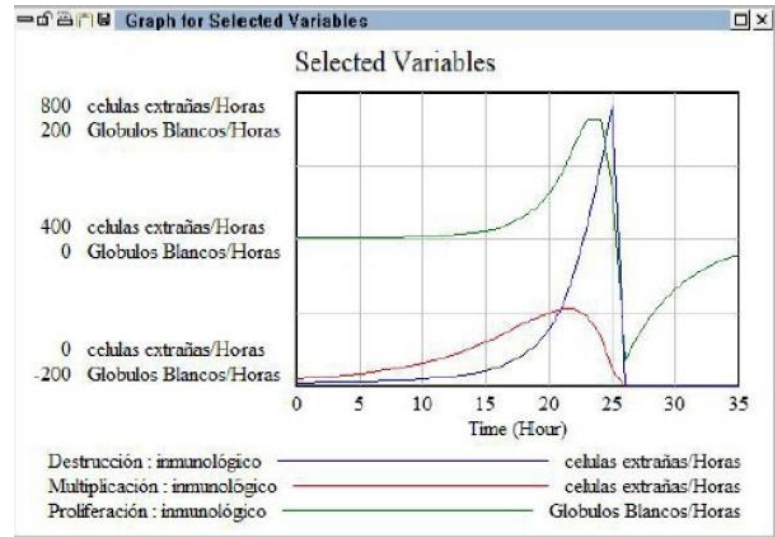
Sistema inmunológico sano: El sistema inmunológico es poderoso por ser muy específico como las células que atacan a los invasores y su memoria como las células preparadas para lanzar un rápido ataque si regresan el mismo tipo de invasores.



La siguiente figura describe el crecimiento de los glóbulos blancos y de las células extrañas en el sistema inmunológico de un individuo. La velocidad de crecimiento de los dos 5 niveles no son proporcionales, ya que la multiplicación de las células extrañas depende del número de antígenos que hay en el sistema.



La siguiente figura representa conjuntamente los tres flujos Multiplicación, Proliferación y Destrucción son curvas no suaves, ya que por ejemplo la Destrucción de las células extrañas depende solo de forma indirecta del número de células extrañas que aún permanecen. La destrucción no tiene un crecimiento exponencial suave, se está continuamente destruyendo hasta que no quedan células extrañas.



Un sistema inmunológico infectado con VIH: El efecto del VIH en el sistema inmunológico humano puede ser modelado cambiando la constante fuerza de la respuesta inmunológica de nuestro modelo. EL VIH lesiona al sistema inmunológico saboteando el material genético de las células T.

El modelo de Lotka-Volterra: Sabemos que existe una competición constante por la supervivencia entre las diferentes especies animales que habitan un mismo entorno, un tipo de animales sobreviven alimentándose de otros. El modelo con ecuación diferencial más simple recibe el nombre de sus creadores: Lotka - Volterra (1926).

