

Simulación de COVID-19 en Guanajuato por medio del uso de Dinámica de Sistemas

Felipe Hernández-Palafox^a, Daniel Arturo Olivares-Vera^{b*}, Enrique Aguilar-Vargas^a

^aUniversidad De La Salle Bajío, Facultad de Tecnologías de la Información, Avenida Universidad 602, Lomas del Campestre, C.P. 37150, León, Guanajuato, México.

^bTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de León. Ciencias Económica Administrativa. Av. Tecnológico S/N, Fracc. Julián de Obregón, León, Gto., México.

Resumen

La presente investigación, pretende mostrar el uso de una estructura básica de los sistemas dinámicos considerando los modelos multinivel y por etapas, contemplando un estado inicial para las variables, así como el uso de funciones lógicas, donde los resultados se reflejan en las gráficas de las variables del sistema, igualmente el uso de variables de control, todo esto aplicado en el estudio de COVID-19 en el estado de Guanajuato.

Abstract

This research aims to show the use of a basic structure of dynamic systems considering multilevel and stage models, contemplating an initial state for the variables, as well as the use of logical functions, where the results are reflected in the graphs of the system variables, likewise the use of control variables, all this applied in the study of COVID-19 in the state of Guanajuato.

Palabras claves: Modelos Multinivel, Simulación, COVID-19, Dinámica de Sistemas, Funciones Lógicas.

Keywords: Multilevel Models, Simulation, COVID-19, System Dynamics, Logical Functions.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos encontramos todavía sobrellevando la pandemia de COVID-19 y los impactos que ha dejado en diferentes sectores, si bien sabemos que la vacunación esta ayudando a la disminución de los hospitalizados y poco a poco se ha reactivado la economía. Aunado a ello recordando que el 31 de diciembre de 2019, a Organización Mundial de Salud fue notificada de una neumonía atípica proveniente de la provincia de Wuhan (China), y desde ese momento el virus se ha expandido por todos los continentes y generado que varios países se conviertan en epicentros de la epidemia.

Lo que ha ayudado a visualizar el impacto de la pandemia son los algoritmos estadísticos y simulaciones con los datos recabados para saber como proceder ante tal situación de salud que afecta mas a las personas con una edad de 90 años hacia abajo, ya ha pasado mas de 15 meses de ellos y han fallecido millones de personas en todo el mundo.

La tecnología en la pandemia ha sido protagonista en muchos de los procesos de muchas de las empresas grandes, medianas y pequeñas esto por decir algunos ejemplos, lo cual se ha elegido este problema para este manual de practicas enfocado a la simulación sobre el comportamiento de COVID-19.

En el presente reporte hace mención a tres partes. En la primera de ellas se hace una breve introducción sobre el tema que se ha elegido para el manual de simulación COVID-19, que refiere a historia, tecnología y la importancia de la simulación. En la segunda parte se plantea de forma breve la Dinámica de Sistemas y los elementos de diagramas de influencia, el modelo y la simulación. En la tercera parte se visualiza el problema, la simulación y los supuestos.

Como termino se presentan algunas conclusiones después de haber estudiado el tema y haber fundamentado teóricamente los conceptos presentados.

2. OBJETIVO

Aplicar la estructura básica de los sistemas dinámicos considerando los modelos multinivel y por etapas, contemplando un estado inicial para las variables, así como el uso de funciones lógicas, donde los resultados se reflejan en las gráficas de las variables del sistema, igualmente el uso de variables de control, todo esto aplicado en el estudio de COVID-19 en el estado de Guanajuato.

3. PROBLEMÁTICA A RESOLVER

Cuando se desarrolla un proyecto son varias las situaciones que se requieren para que se concluya el proyecto exitosamente.

Realizar un modelo de simulación por medio de la dinámica de sistemas, definir el comportamiento y evolución de la pandemia en este caso nos centraremos en el estado de Guanajuato. Se tomaron los datos de gobierno de estado en la pagina de coronavirus, se procedió a la simulación del modelo propuesto en el software Vensim. Entre los resultados de la simulación en un periodo de 12 meses se observo un total de 6,167 millones de la población teniendo un inicio de 821 personas enfermas, considerando las interacciones de las personas como 10, de 6mil a 8 mil personas en los primeros meses de contagios sabiendo que estos dependen de varios factores por ejemplo de las interacciones y probabilidad de contagios.

4. PROGRAMA USADO PARA LA SIMULACIÓN.

Vensim es una herramienta visual de modelización 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 mediante diagramas de influencias y diagramas de Forrester.

El lenguaje Vensim es utilizado para la construcción de modelos de negocios, científicos, ambientales y sistemas sociales, utilizando la teoría de Sistemas Dinámicos.

El programa, por su naturaleza versátil se puede utilizar de muchas formas, su función principal es crear modelos de simulación con diagramas de influencias (Forrester)

5. DESARROLLO DE LA SIMULACIÓN

En la investigación se puede usar para simular una proyección de crecimiento económico, crecimiento de la población, análisis de ciertos mercados, etc.

Este programa es muy útil para realizar simulaciones a largo plazo que matemáticamente durarían muchas horas en calcularse, el programa hace las proyecciones en segundos.

La simulación se basa en un modelo de la realidad que cuenta una historia y al observar el comportamiento de esta, nos permite obtener conocimiento acerca del sistema real (EcuRed, 2015). Figura 1. Programa Vensim

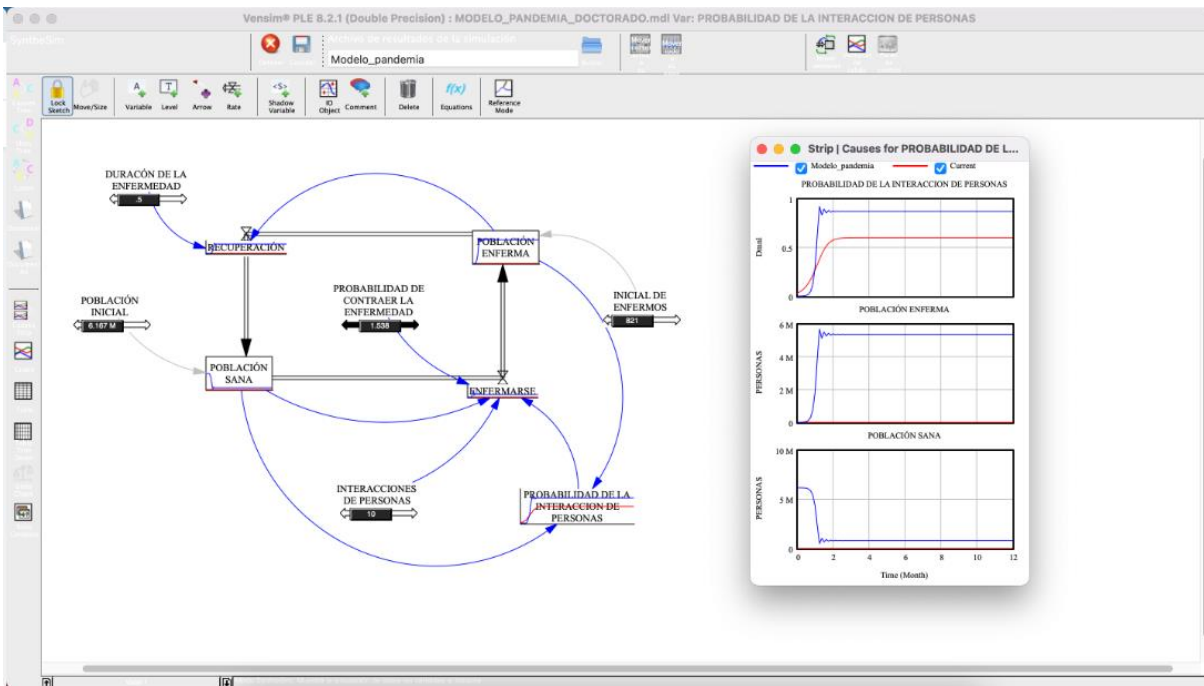


Figura 1. Programa Vensim

Dentro de las herramientas utilizadas en la dinámica de sistemas para predecir las epidemias, por lo general, se tienen en cuenta diferentes individuos de una población, por ejemplo: las personas que pueden ser susceptibles, los infectados y las personas recuperadas, que toma variables del modelo SIR, nombrado anteriormente. El objeto del estudio fue simular el comportamiento de la epidemia del COVID-19, por medio de la herramienta de la dinámica de sistemas. A continuación, se define en que consiste la dinámica de sistemas y sus elementos básicos:

Dinámica de sistemas: se define como el conjunto de procedimientos necesarios para determinar el comportamiento de los sistemas en ambientes complejos.

Diagrama causal: es una herramienta que permite definir la relación existente, de forma positiva o negativa, que intervienen en un sistema.

Diagrama de Forrester: creado por el ingeniero Jay Forrester, permite la traducción de los elementos de los diagramas causales, y con ese facilita la simulación continua en programas de simulación como Vensim.

Vensim: es un software que tiene como objetivos documentar, analizar y simular modelos de dinámica de sistemas. **Variables de nivel:** son aquellas variables que permiten la acumulación de un flujo.

Variables de flujo: son aquellas variables que permiten las variaciones de las variables de nivel.

6. METODOLOGIA

Para el desarrollo, se tomara en cuenta en el modelo propuesto por Aracil, en el libro Dinámica de sistemas, y el modelo SIR. La hipótesis dinámica se define así: “El aumento de los niveles de contagios se debe al incremento de la probabilidad de contacto de las personas sanas con personas enfermas y esto se debe a la interacción de social las personas”.

En el desarrollo del modelo se asumieron las estadísticas publicadas por la Secretaría de Salud del estado de Guanajuato desde el primer caso reportado hasta el 30 de mayo de 2021. Las siguientes son las variables y ecuaciones que se alimentaron al software Vensim:

Variables de estado: cantidad de personas enfermas y sanas.

Flujos de entrada: flujo de contagio para variable de estado de las personas enfermas y flujo de personas recuperadas para cantidad de personas sanas.

Flujos de salida: la variable de estado de las personas sanas es el flujo de contagio.

Variables auxiliares: inicial de personas sanas, interacción de las personas, probabilidad de contacto con gente enferma, inicial de personas enfermas, tasa de letalidad, probabilidad de quedar enfermo, duración de la enfermedad.

7. DESARROLLO

POBLACIÓN INICIAL = $6.167e+06$.

POBLACIÓN SANA = RECUPERACIÓN-ENFERMARSE

Con un valor inicial de POBLACIÓN INICIAL

Unidad son PERSONAS.

DURACIÓN DE LA ENFERMEDAD = 0.5 por los días de recuperacion y dado que es por mes

Unidad es por MES

RECUPERACIÓN = POBLACIÓN ENFERMA/DURACIÓN DE LA ENFERMEDAD

La unidad es PERSONAS/ MES

PROBABILIDAD DE CONTRAER LA ENFERMEDAD = 0.5

La unidad es Dmnl

POBLACIÓN ENFERMA = ENFERMARSE-RECUPERACIÓN

Con un valor inicial INICIAL DE ENFERMOS y la unidad son PERSONAS

ENFERMARSE = POBLACIÓN SANA*PROBABILIDAD DE LA INTERACCION DE PERSONAS*INTERACCIONES DE PERSONAS*PROBABILIDAD DE CONTRAER LA ENFERMEDAD

La unidad es PERSONAS/MES

INICIAL DE ENFERMOS = 821 , la unidad son PERSONAS

PROBABILIDAD DE LA INTERACCION DE PERSONAS = POBLACIÓN ENFERMA/(POBLACIÓN ENFERMA+POBLACIÓN SANA)

La unidad es Dmnl

INTERACCIONES DE PERSONAS = 10, La unidad es 1/Mes

A continuación se coloca la figura del modelo realizado Figura 2. Modelo de pandemia sobre COVID-19 en el estado de Guanajuato.

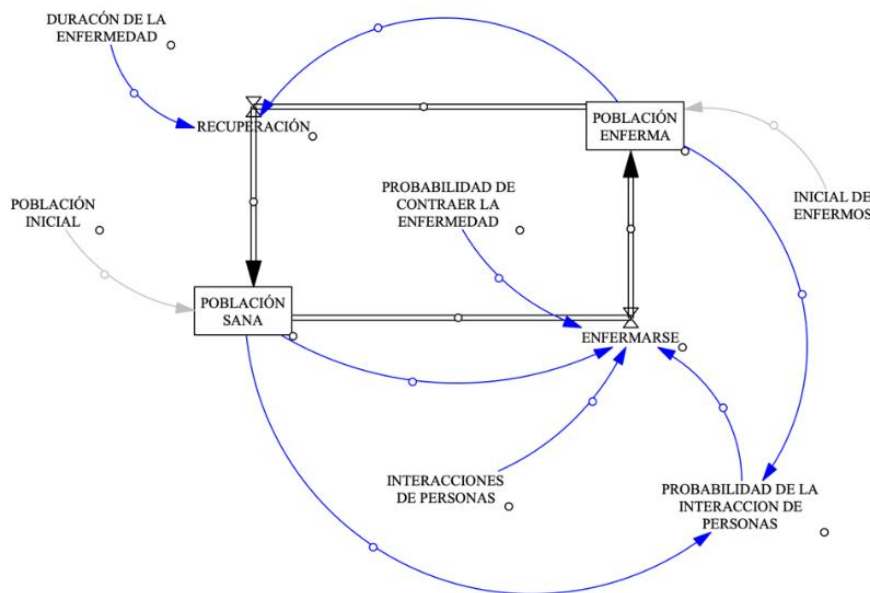


Figura 2. Modelo de pandemia sobre COVID-19 en el estado de Guanajuato.

7.1. Parámetros del modelo

Inicial de personas sanas = 6 millones de personas aproximadamente en el estado de Guanajuato.

Inicial de personas enfermas = 821 personas se asumen como casos importados.

Duración de la enfermedad = 1 mes. En promedio, la enfermedad dura en incubarse de 1 a 14 días. Se asume un mes con el desarrollo de síntomas.

Interacción de las personas = 10 personas. Para edesarrollo del modelo se asumió que una persona puede tener relación al día con 10 personas.

Probabilidad de quedar enfermo = 0.5. Esta probabilidad puede modificarse de acuerdo al contexto del estado y muicipios.

8. RESULTADOS

Según los resultados arrojados por la simulación realizada en el software Vensim, se determinó que el nivel máximo de contagios es 3,600,000 y que el pico de la enfermedad se alcanzaría en el mes 12. Es importante nombrar que el comportamiento de la enfermedad se presenta de forma oscilante, lo cual es un comportamiento parecido al propuesto por Aracil, en el modelo de dinámica de sistemas para epidemias y se muestra en la Figura 3. Población enferma.

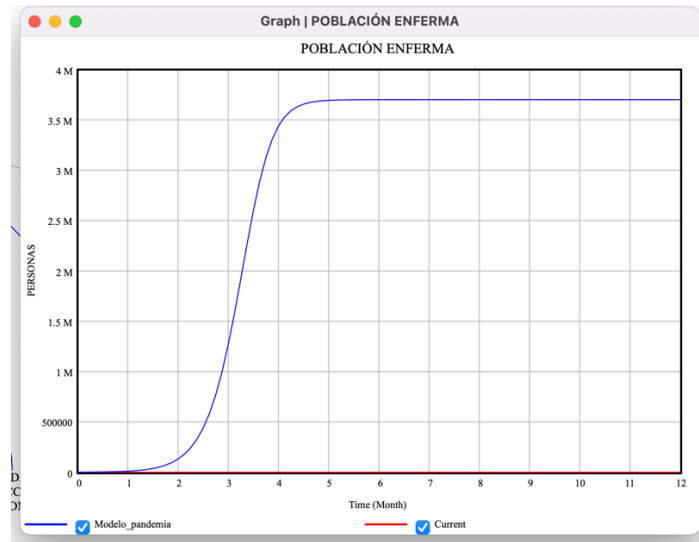


Figura 3. Población enferma

Según los resultados sobre la recuperación va ser de 7,000,000 en quinto mes con base a las variaciones que hemos colocado. Figura 4 Recuperación de la población

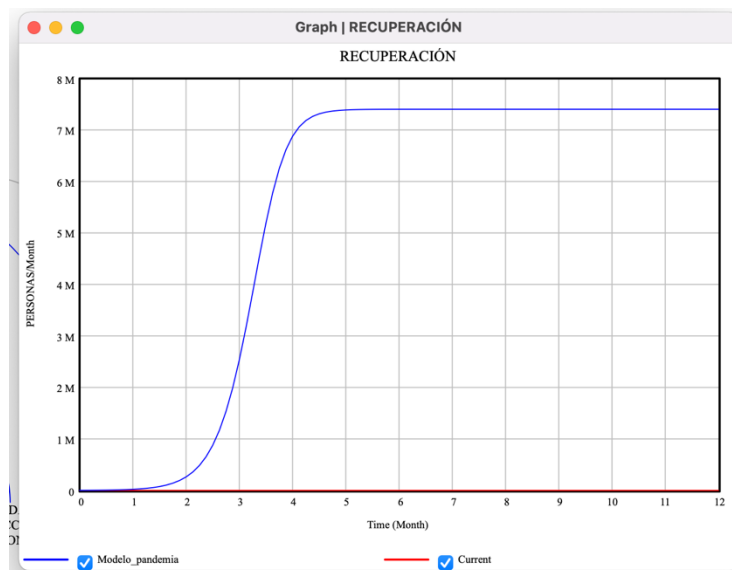


Figura 4. Recuperación de la población

9. CONCLUSIÓN

Se considera importante que los estudios realizados tenga los datos mas exactos a un mundo real para ver que los datos simulados no se salgan de contexto de que alguna ecuacion este mal, asi mismo la importancia de estos sistemas para llevarlo a cabo en diferentes giros nos lleva a tener una aproximacion de lo que se acerca en el caso del tema de pandemia COVID-19

REFERENCIAS

- [1] EcuRed. (2015). EcuRed. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Vensim>
- [2] Godoy, L., & Bartó, C. (2002). Validación y valoración demodelos en la Dinámica de Sistemas.
- [3] Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 31-47.
- [4] Gómez, A., Aguayo, F., & Lama, J. R. (2012). MODELO DINÁMICO PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (págs. 11-13). Valencia: Universidad de Sevilla.
- [5] Rubiano, O., & Sandra, C. (2015). MODELO DINÁMICO PARA EVALUAR EL FLUJO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS. Heurística Universidad del Valle, 21-23.
- [6] Von Foerster, V. G. (1999). Policies, decisions and information sources for modeling. Modeling for learning organizations, 51-84.
- [7] Burgin, M. (2003). Information Theory: a Multifaceted Model of Information. Entropy, 5, 146-160
- [8] Donado, J. & Dormido, S. & Morilla, F. (2005). Fundamentos de la dinámica de sistemas y Modelos de dinámica de sistemas en epidemiología. Madrid.

Correo electrónico autor: danielarturo.olivares@leon.tecnm.mx