Pontificia Universidad JAVERIANA Bogotá

Facultad de Ciencias

Departamento de Matemáticas

eherrera@javeriana.edu.co

ANÁLISIS NUMÉRICO

TRABAJO FINAL

Estudiante 1 Juan Camilo Mendieta Hernandez

Estudiante 2 Abril Cano Castro

Estudiante 3 Johanna Lizeth Bolívar Calderón

Estudiante 4: Samy Felipe Cuestas Merchan

Cada grupo debe entregar este documento con los resultados y las implementaciones (R o Python) en archivos anexos, al correo herrera.eddy@gmail.com **y DEBEN SUBIR AL REPOSITORIO LA SOLUCIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN EN LA CARPETA TRABAJO FINAL INDICANDO EL ENLACE DE LOS REPOSITORIOS DE CADA ESTUDIANTE**

TIEMPO LIMITE 9:30 am HORA LOCAL DEL 19 DE NOVIEMBRE DEL 2021

La estimación de la propagación de la pandemia por **Covid-19** en la ciudad de *Santa Marta* (Colombia) se hace a partir del modelo SIR con parámetros y condiciones iniciales dadas. El modelo SIR, aplicado en varios tipos de pandemias, objetiva estimar el número de individuos susceptibles a infectarse (S), el número de individuos infectados capaces de infectar (I) y el número de individuos recuperados (que se curaron o fallecieron) (R).

El número de individuos susceptibles a infectarse (dS) en el tiempo de observación (dt), viene dado por la **ecuación 1**: $\frac{dS}{dt} =- \beta C\frac{S}{N}$ con Donde β es la tasa temporal de probabilidad de un sujeto de llegar a infectarse, C es el número de contactos del sujeto, 1/N es la probabilidad de que algún contacto esté infectado, N es el universo de individuos y S el número total de individuos susceptibles de infectarse.

El número de individuos infectados dI en el tiempo de observación dt se expresa mediante la **ecuación 2**: $\frac{dI}{dt} = \beta C\frac{S}{N} - \frac{dR}{dt}$. Donde dR dt es la cantidad de personas que en el tiempo de observación se están recuperando. Como en el tiempo de observación, es posible que algunos de los individuos se hayan recuperado, por lo que estos dejarán de pertenecer al grupo I para engrosar el grupo R, lo que se traduce en una substracción a la cantidad de infectados.
El número de recuperados dR en el tiempo de observación se puede modelar, de manera simple, mediante la **ecuación 3**: $\frac{dR}{dt} = \gamma I$. Donde γ es la tasa temporal de recuperación de un sujeto infectado, o sea, γdt es la probabilidad de recuperación, en el tiempo dt, de un sujeto que estaba infectado

Productos:

1. Solucionar el sistema de ecuaciones utilizando el método de **rk4** , las condiciones iniciales se establecieron en I (0) =10/N, S (0) =N-I(0), R (0) =0 y N=45000, en consonancia con los datos reportados por el **Instituto Nacional de Salud (INS)** de Colombia para el periodo entre el 20 de marzo y el 20 de mayo de 2020. Los parámetros del modelo son β=0,06, C=1,5 y γ=0,021, fueron ajustados numéricamente hasta que los casos (infectados más recuperados) estimados se aproximaron a con error <0.05 de los casos reportados.

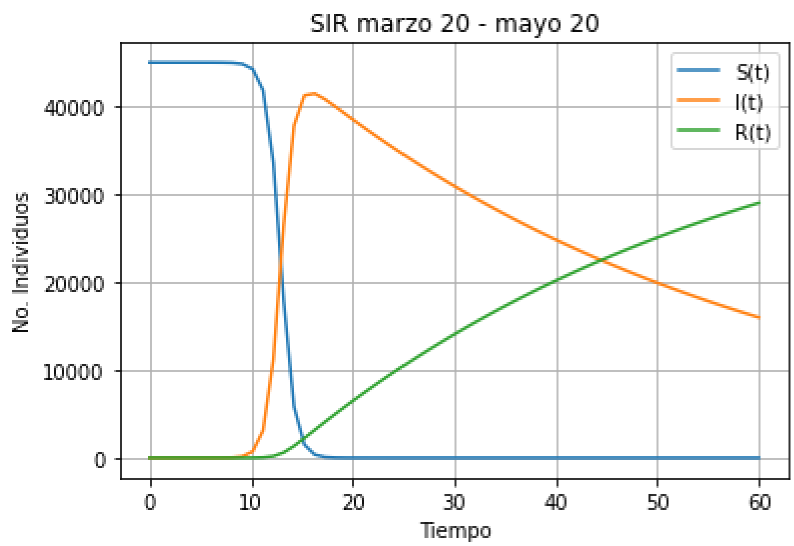
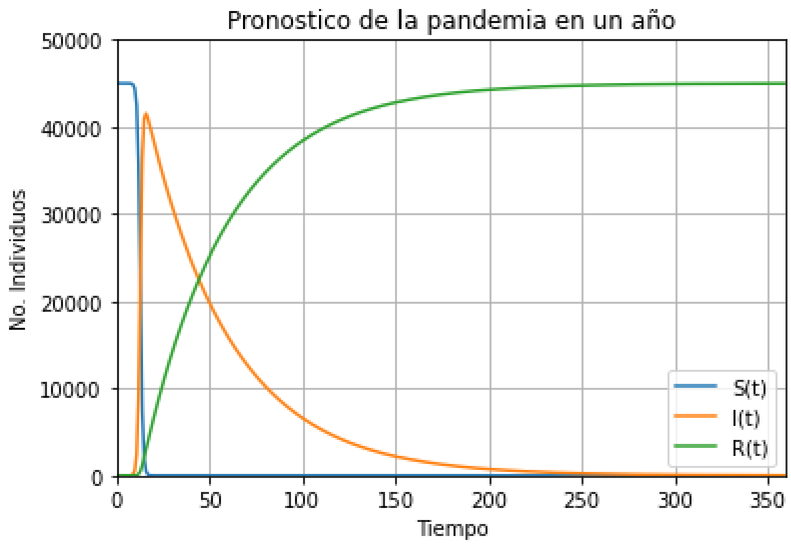


Tabla de solución del mes de marzo 20 – marzo 30

2. Con base en la solución anterior, realice una gráfica de la proyección del porcentaje de susceptibles, infectados y recuperados de un año de pandemia

Pronostico de la pandemia en un año



Podemos observar que el comportamiento de las gráficas con sus tres tipos de actores sí tiene sentido ya que los susceptibles empiezan a disminuir debido a que se contagian por esto la línea de contenidos aumenta en breve intervalo pero después empieza a disminuir debido a que se recuperan haciendo que los contagios no sigan aumentando además de que ya no hay susceptibles a esto y vemos que los recuperados aumentan.

GRÁFICA

3. Determine la cantidad máxima aproximada de infectados en relación con la población total y en qué fecha aproximadamente se espera esto y compare esta solución con la solución exacta (analítica).

   Al realizar una comparación entre los contagios podemos observar que el día aproximado en que más contagios ocurrieron fue el 16 con una cantidad de contagios aproximada de 41535

SOLUCIÓN

4. Determine el porcentaje de la población que llegaría a infectarse y el porcentaje de recuperación y compare esta solución con la solución exacta (analítica)

SOLUCIÓN

Pontificia Universidad JAVERIANA Bogotá

Facultad de Ciencias

Departamento de Matemáticas

cherrera@javeriana.edu.co

5. Se dice que una situación epidémica controlada será cuando: $\frac{\gamma}{\beta C} > \frac{S}{N}$ determine en que instantes del tiempo la situación está controlada si el número de contactos del sujeto va aumentando de [2-20] de cinco en cinco.

SOLUCIÓN

6. El número básico de reproducción $R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$ es un indicador relevante en salud pública porque expresa la potencia de contagio. Encuentre la solución para cuando β=γ como para cuando $\beta > \gamma$ e interprete la solución a la luz de los valores de R_0 para los casos (asigne valores a los parámetros).

SOLUCIÓN

7. El número efectivo de reproducción $R_e(t) = \frac{\beta C S(t)}{\gamma N}$ se define como la cantidad de individuos susceptibles que pueden llegar a ser infectados por un individuo en un momento específico cuando toda la población no es susceptible. Con base en la solución numérica de $S(t)$ interpole, estime el valor total para los primeros 90 días y grafique $R_e(t)$ para los primeros 90 días

SOLUCIÓN Y GRÁFICA

8. Encuentre la solución del sistema de ecuaciones (iniciales) y las mismas condiciones iniciales para $R_e(t) = secuencia[1.5 - 3]\ con\ pasos\ de\ 0.5;$ grafique e interprete la solución

SOLUCIÓN Y GRÁFICA

9. Simular el progreso de la pandemia en Santa Marta (para el periodo entre el 20 de marzo y el 30 de mayo de 2020) suponiendo un margen de error al inicio de la pandemia tal que el número de infectados y recuperados en ese momento fuera I (0) =14, R (0) =0 y considere esta solución exacta.

TABLA DE LOS PRIMEROS 30 DIAS Y GRAFICA DE SOLUCIÓN PARA EL PERIODO PARA EL PERIODO ENTRE EL 20 DE MARZO Y EL 30 DE MAYO DE 2020

10. Con base de la solución aproximada (ejercicio 1), determine los errores para cuando $R_e(t) = 1.001; 1.5; 1.9; 2.5;$ el error relativo en los primeros 10 días, el error absoluto medio (EAM) y la estabilidad numérica de la solución asumiendo que la solución exacta (ejercicio 9)

TABLA DE ERRORES, ESTABILIDAD NUMÉRICA Y GRÁFICA DE LOS ERRORES PARA CUANDO

Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Facultad de Ciencias

Departamento de Matemáticas

eherrera@javeriana.edu.co