



# UNIVERSIDAD DE GRANADA

SIMULACIÓN DE SISTEMAS

---

## Práctica 4

---

Alejandro Manzanares Lemus

[alexmznlms@correo.ugr.es](mailto:alexmznlms@correo.ugr.es)

12 de enero de 2021

# Índice general

<b>1. Modelos de Simulación Dinámicos Continuos</b>	<b>2</b>
1.1. Tarea 1 . . . . .	2
1.2. Tarea 2 . . . . .	2
1.3. Tarea 3 . . . . .	5
1.4. Tarea 4 . . . . .	6
1.5. Tarea 5 . . . . .	8
1.6. Tarea 6 . . . . .	11

# Apartado 1:

## Modelos de Simulación Dinámicos Continuos

### 1.1: Tarea 1

El código del simulador se encuentra disponible en `src/simulador_enfermedad.cpp` y `src/simulador.cpp`.

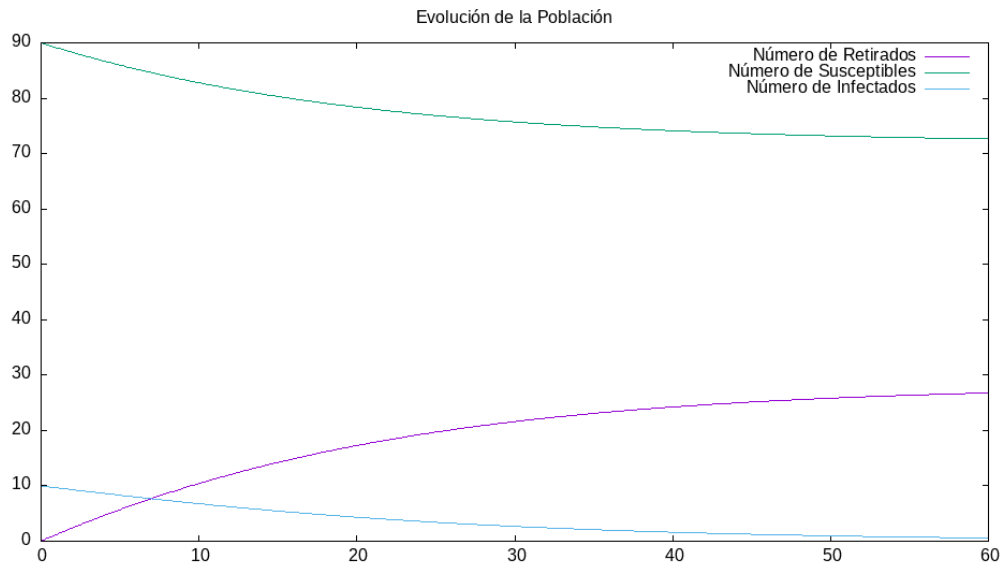
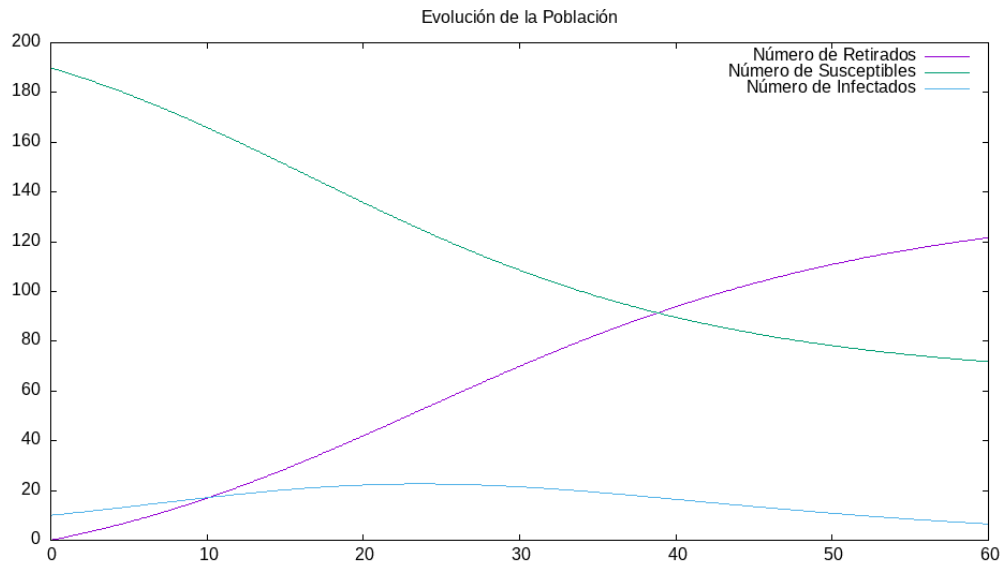
### 1.2: Tarea 2

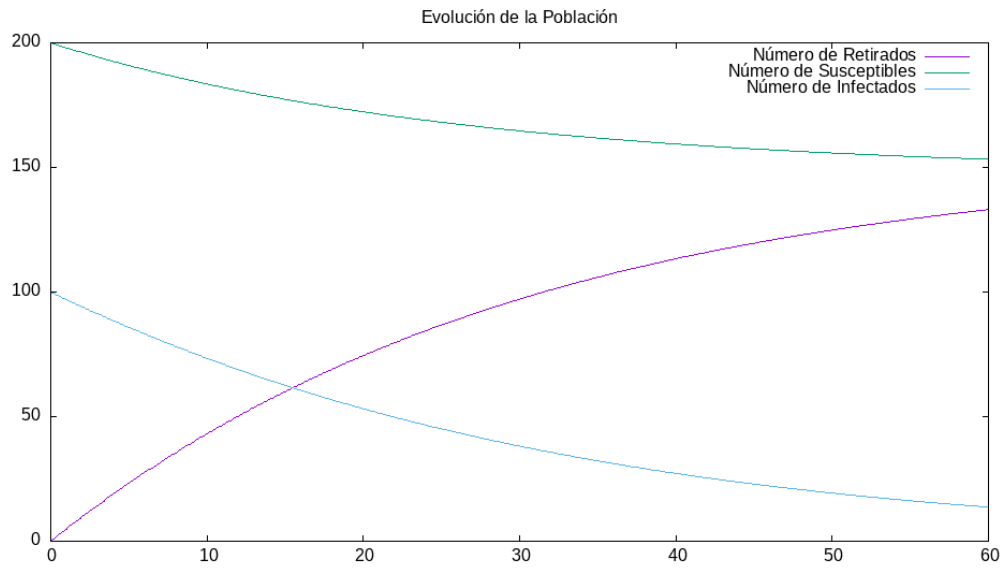
En las siguientes figuras podemos apreciar como evoluciona la población en el tiempo dependiendo del numero inicial de elementos susceptibles ( $S_0$ ). Para estas dos simulaciones se han establecido los parametros  $a = 0.001$  y  $b = 0.125$ , por tanto  $b/a = 125$ . El valor inicial de  $I_0$  es 10 para ambos casos.

Analicemos que ocurre cuando el valor de  $S_0$  es superior o inferior a 125:

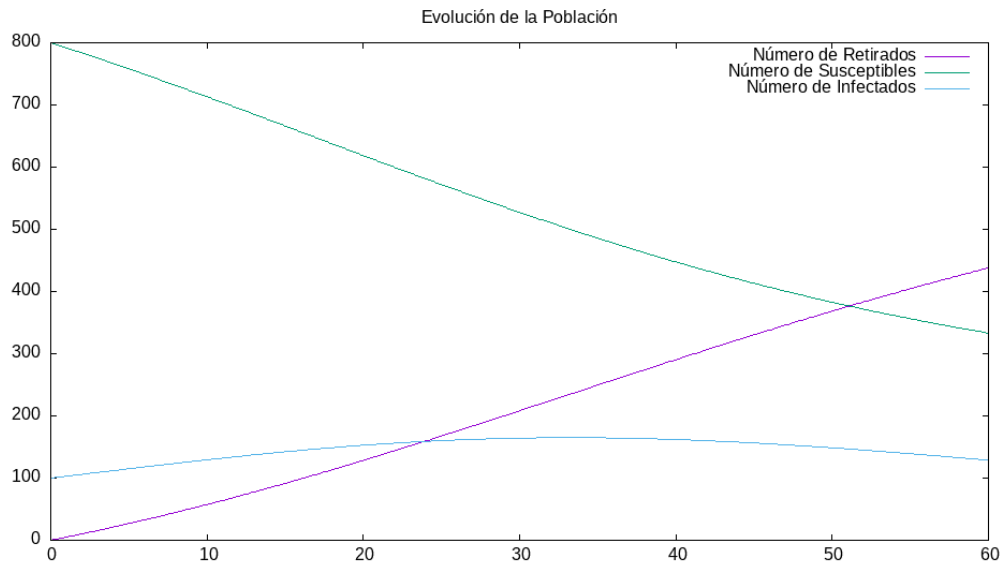
En la figura 1.1.a,  $S_0 = 90$ , por lo que el sistema consta de 100 personas, de las que 10 estan inicialmente infectadas y las 90 restantes son susceptibles a la enfermedad.

Podemos apreciar como el número de infectados ( $I$ ) se reduce con el tiempo —  $I(t)$  tiene una pendiente negativa en la grafica —. De esta forma la enfermedad que simulamos no es capaz de infectar a un número significativo de la población

(a)  $I_0 = 10$ ,  $S_0 = 90$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$ (b)  $I_0 = 10$ ,  $S_0 = 190$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$ Figura 1.1: Resultados para  $S_0$  en relación a  $a/b$



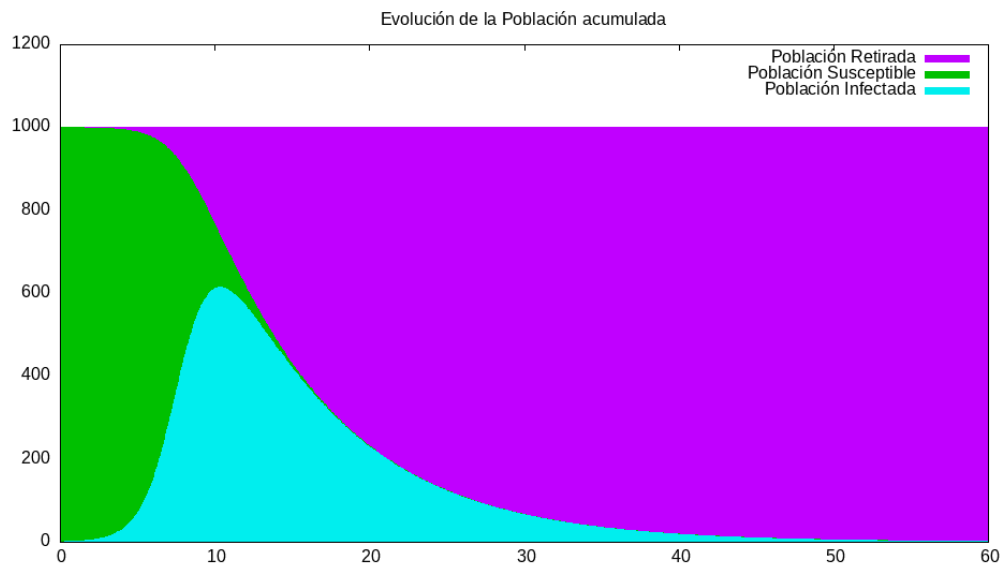
(a)  $I_0 = 100$ ,  $S_0 = 400$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.0001$ ,  $b = 0.05$



(b)  $I_0 = 100$ ,  $S_0 = 600$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.0001$ ,  $b = 0.05$

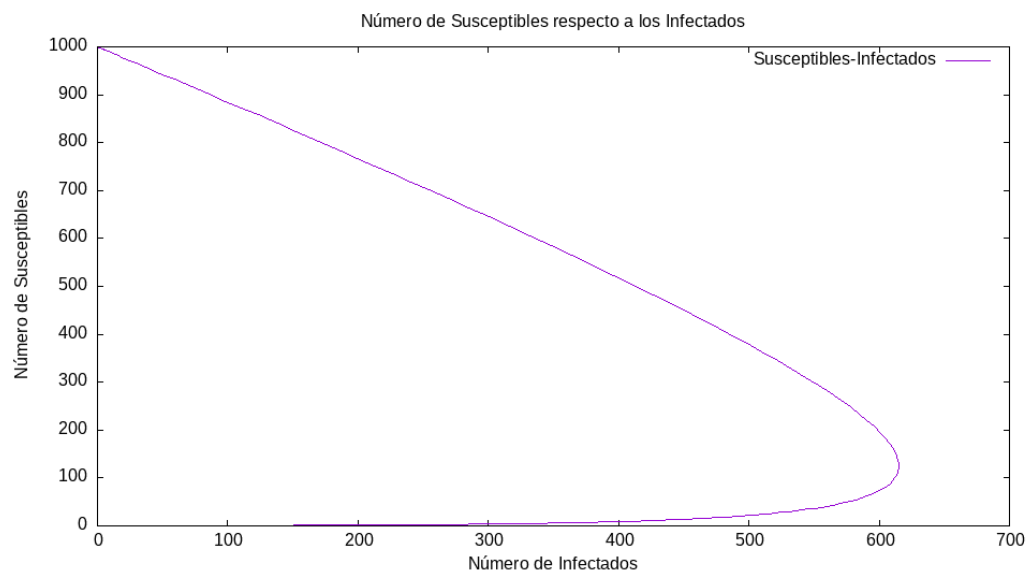
Figura 1.2: Resultados para  $S_0$  en relación a  $a/b$

## 1.3: Tarea 3



(a)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 999$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$

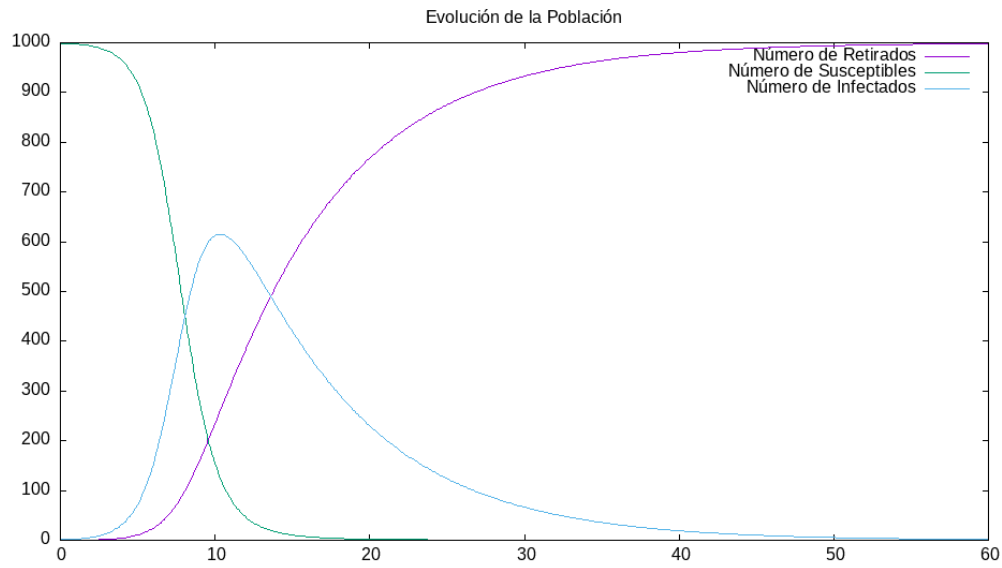
Figura 1.3: Evolución del sistema acumulada



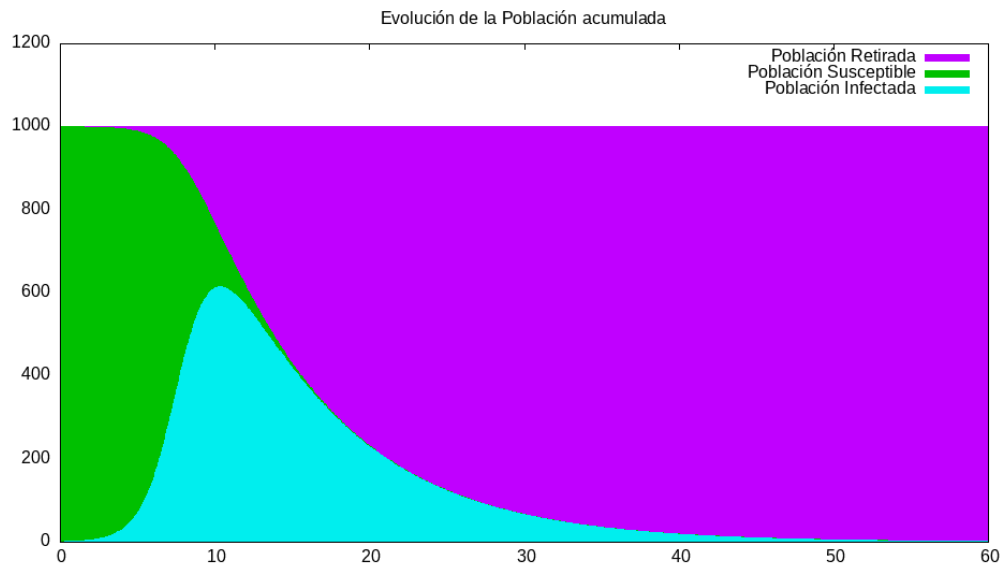
(a)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 999$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$

Figura 1.4: Plano S-I

## 1.4: Tarea 4

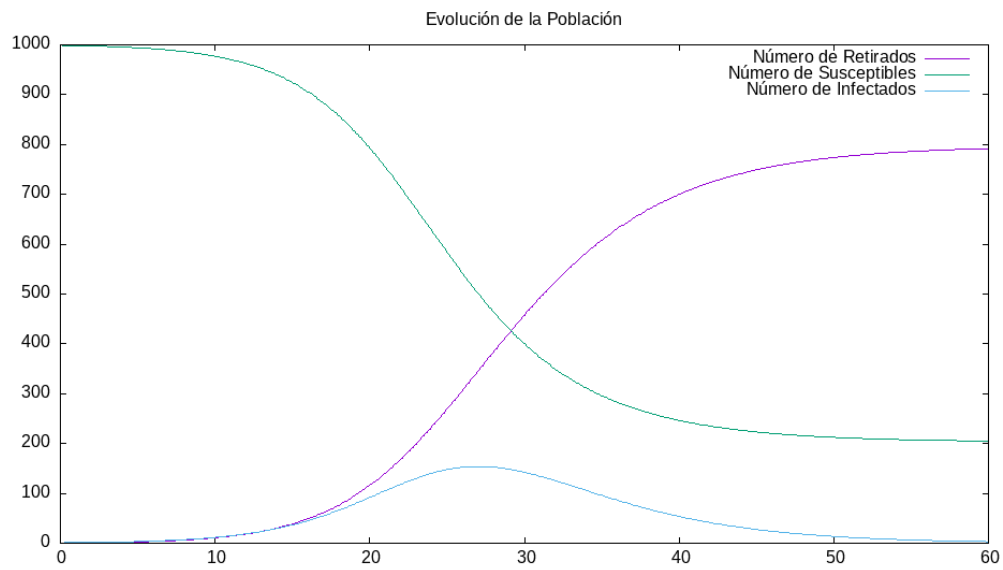


(a)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 999$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$

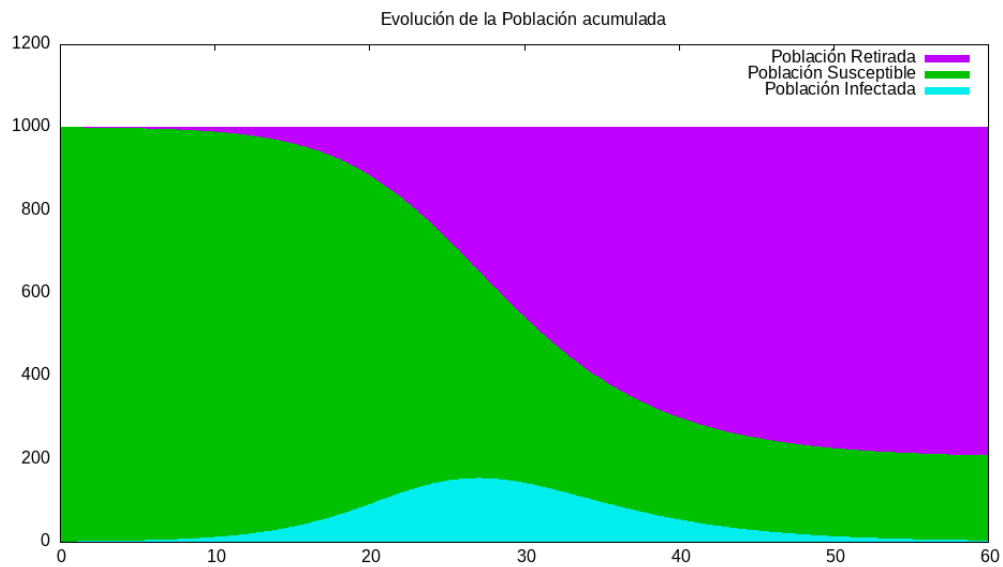


(b)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 999$ ,  $R_0 = 0$ ,  $a = 0.001$ ,  $b = 0.125$

Figura 1.5: Evolución del sistema con los parámetros por defecto



(a)  $I_0 = 1, S_0 = 999, R_0 = 0, a = 0.0005, b = 0.25$

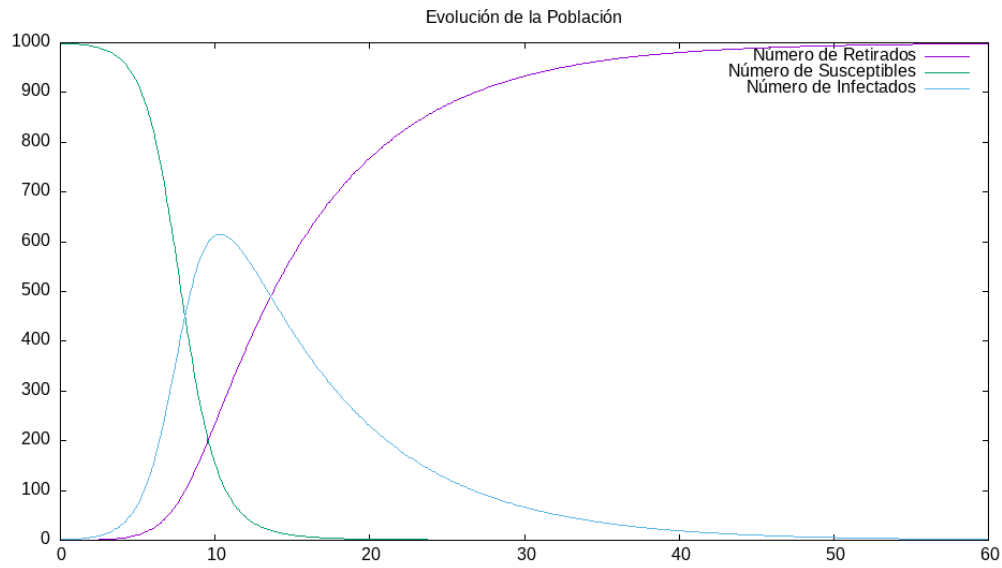


(b)  $I_0 = 1, S_0 = 999, R_0 = 0, a = 0.0005, b = 0.25$

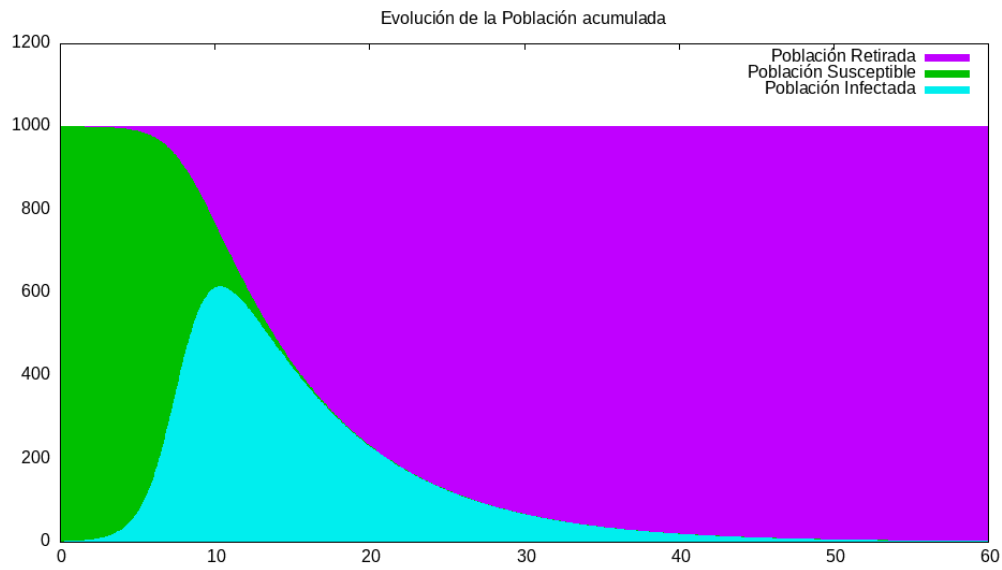
Figura 1.6: Evolución del sistema disminuyendo  $a$  y aumentando  $b$



## 1.5: Tarea 5

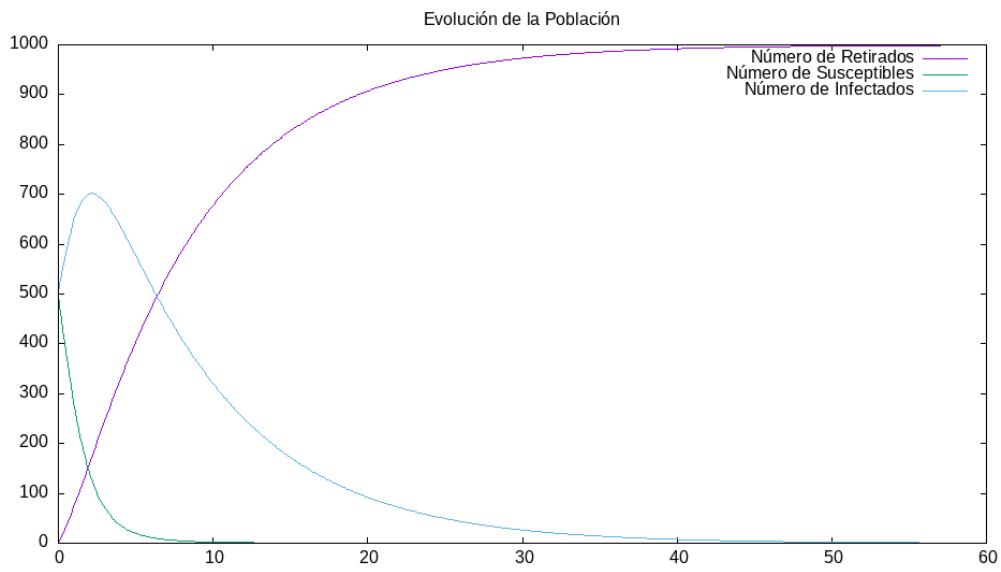


(a)  $I_0 = 1, S_0 = 999, R_0 = 0, a = 0.001, b = 0.125$

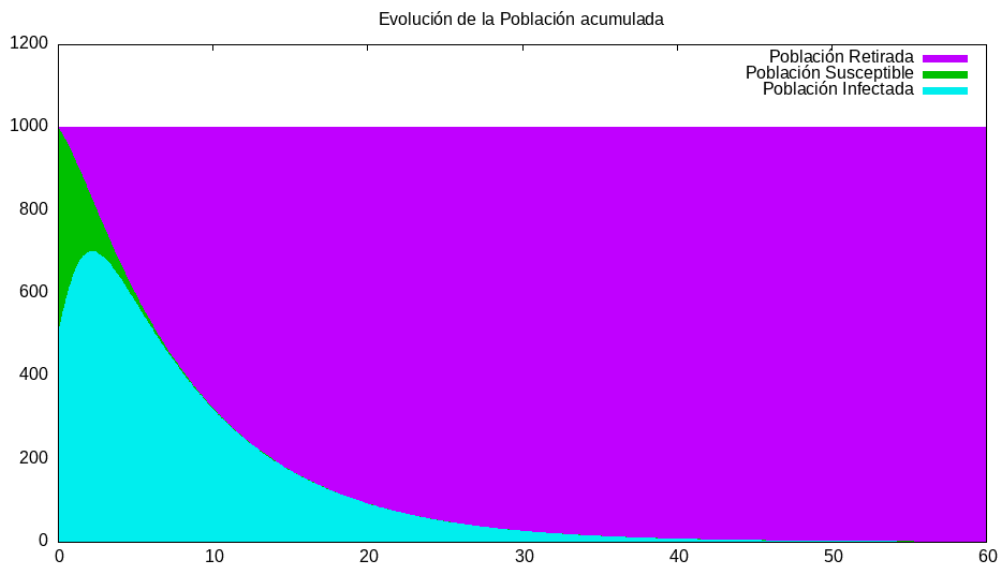


(b)  $I_0 = 1, S_0 = 999, R_0 = 0, a = 0.001, b = 0.125$

Figura 1.7: Evolución del sistema con los parámetros por defecto

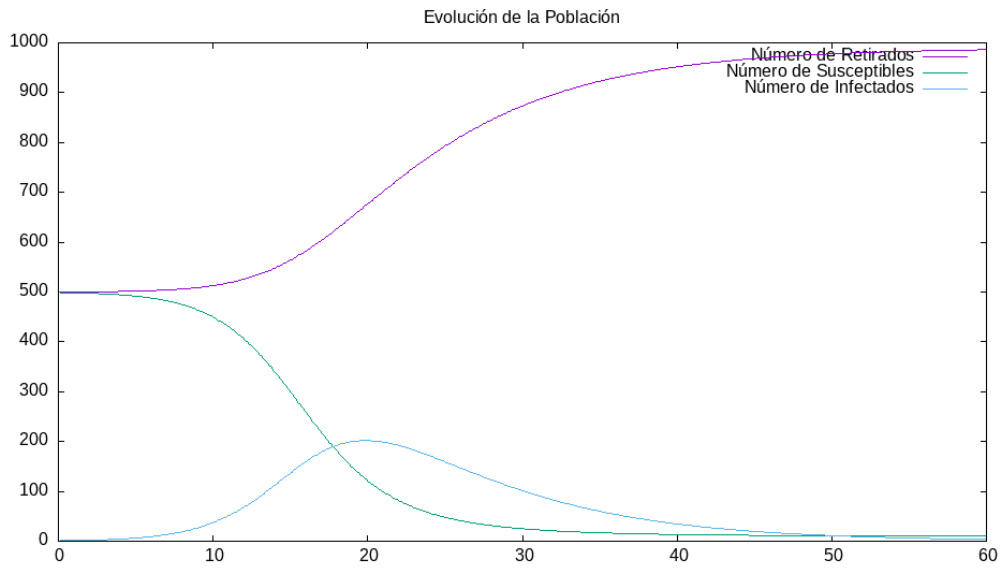


(a)  $I_0 = 500, S_0 = 500, R_0 = 0, a = 0.001, b = 0.125$

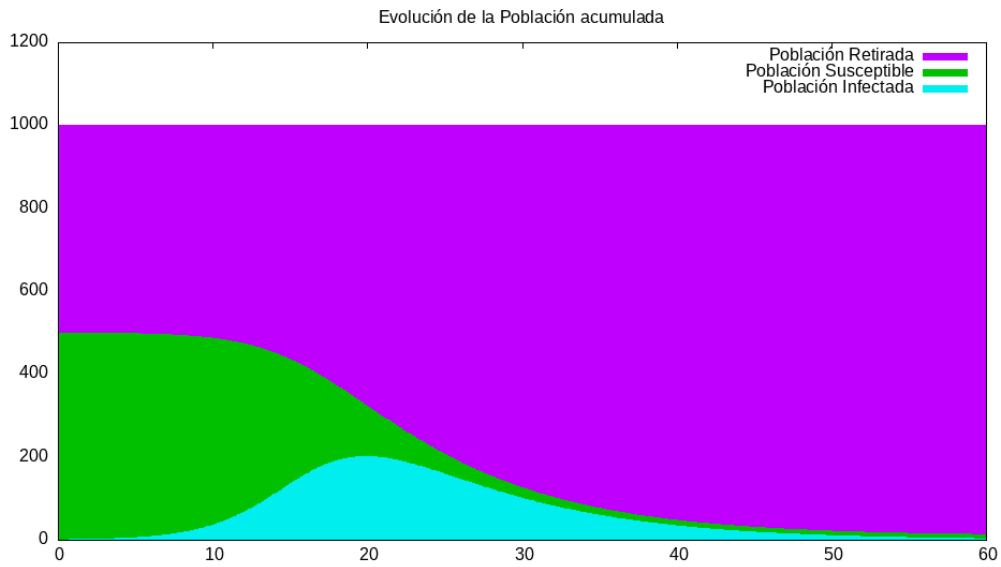


(b)  $I_0 = 500, S_0 = 500, R_0 = 0, a = 0.001, b = 0.125$

Figura 1.8: Evolución del sistema con el mismo número de infectados que susceptibles



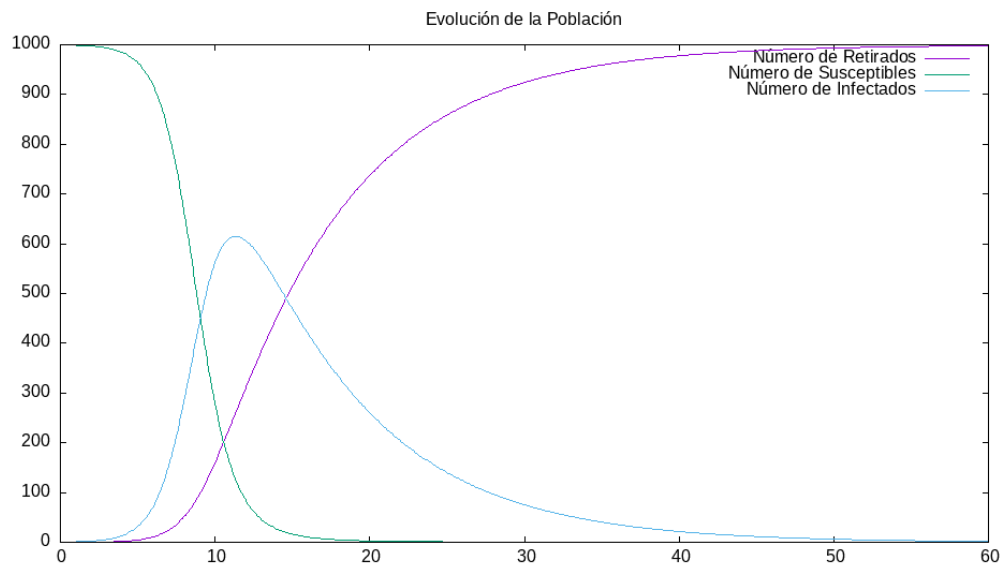
(a)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 499$ ,  $R_0 = 500$ ,  $a = 0.0005$ ,  $b = 0.25$



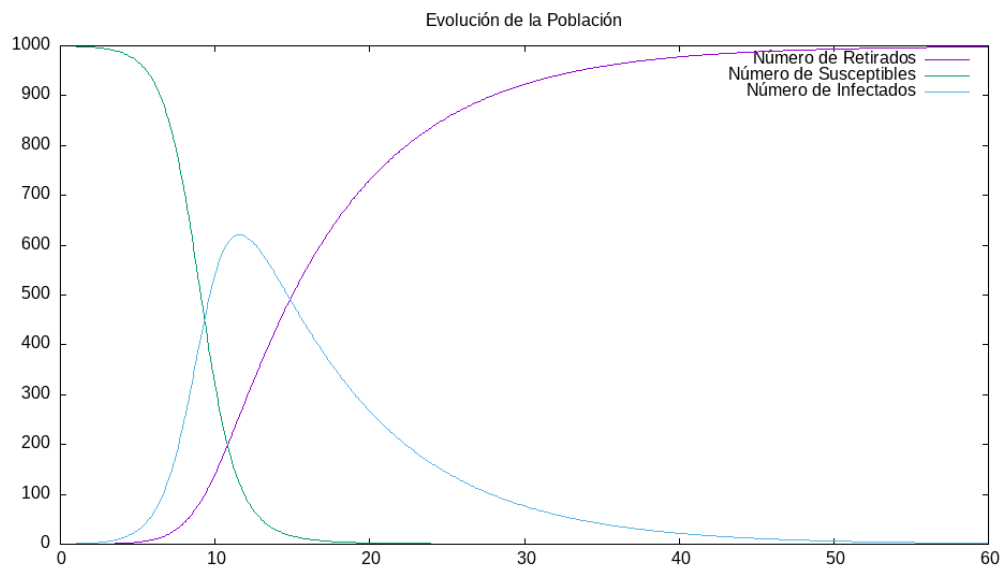
(b)  $I_0 = 1$ ,  $S_0 = 499$ ,  $R_0 = 500$ ,  $a = 0.0005$ ,  $b = 0.25$

Figura 1.9: Evolución del sistema con el mismo número de susceptibles que recuperados

## 1.6: Tarea 6

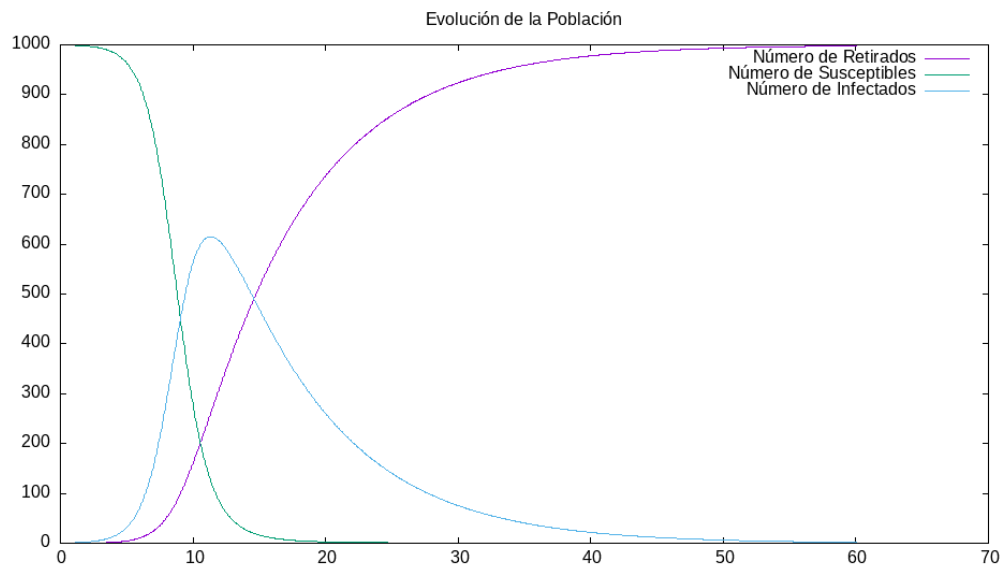
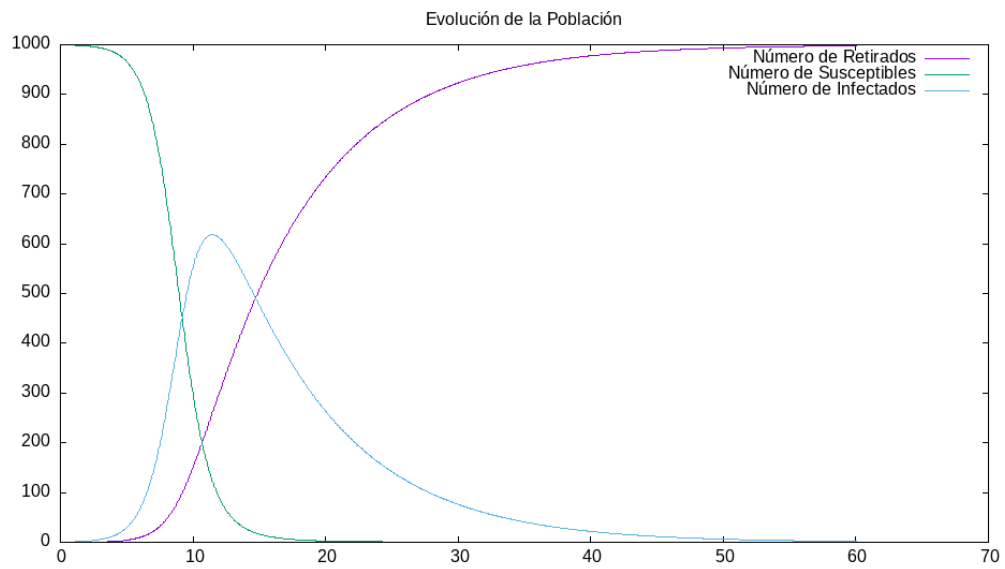


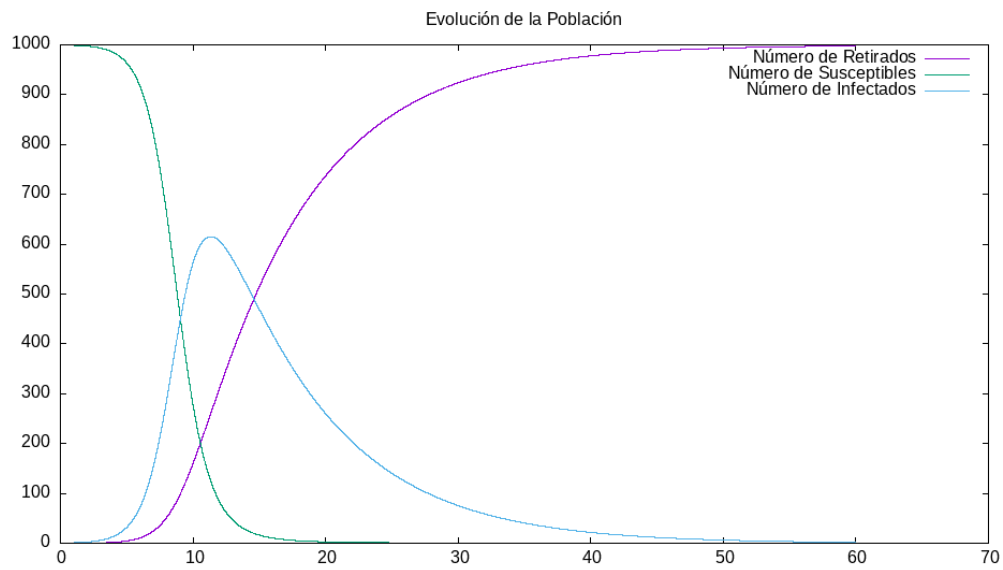
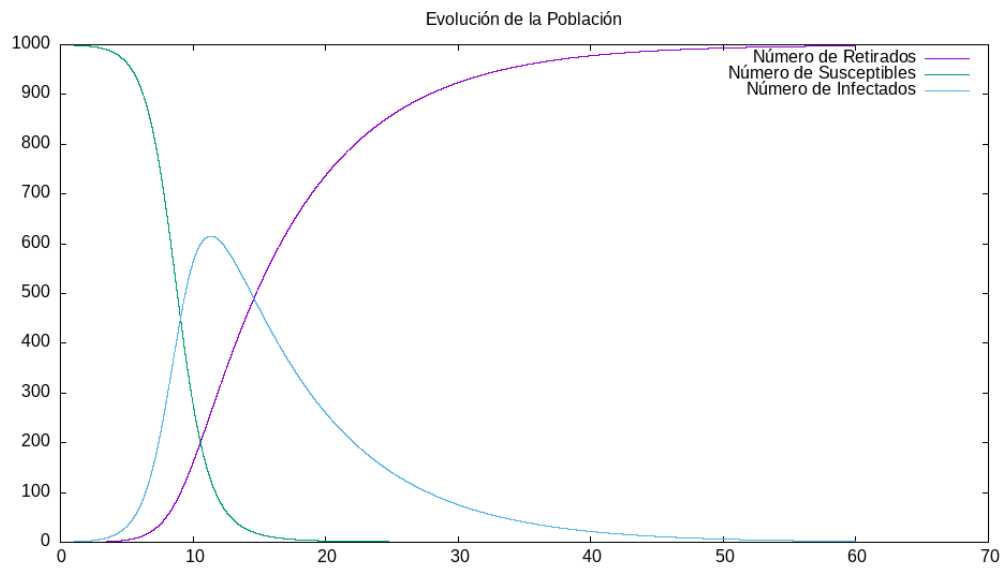
(a)  $dt = 0.1$ , Integración de Runge-Kutta

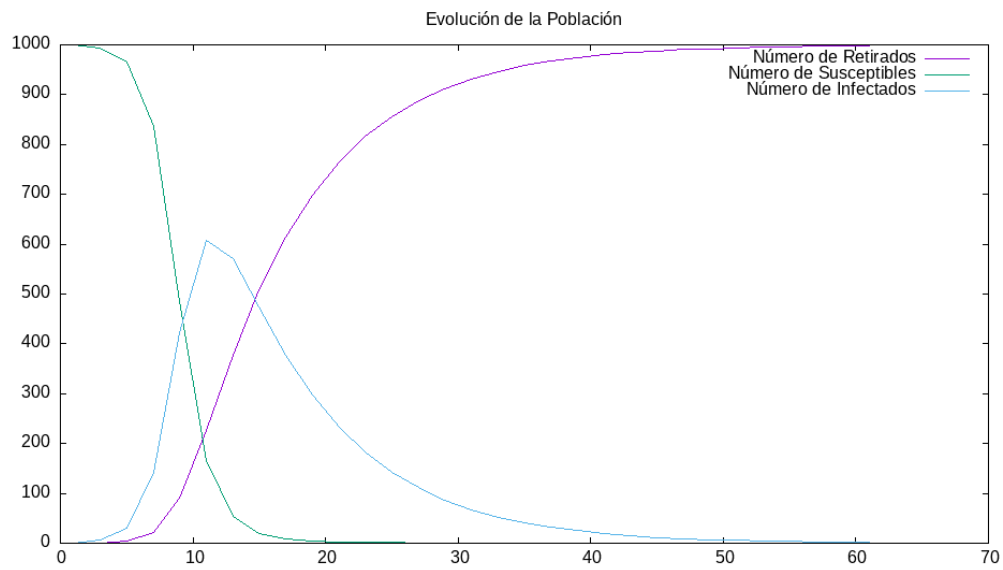
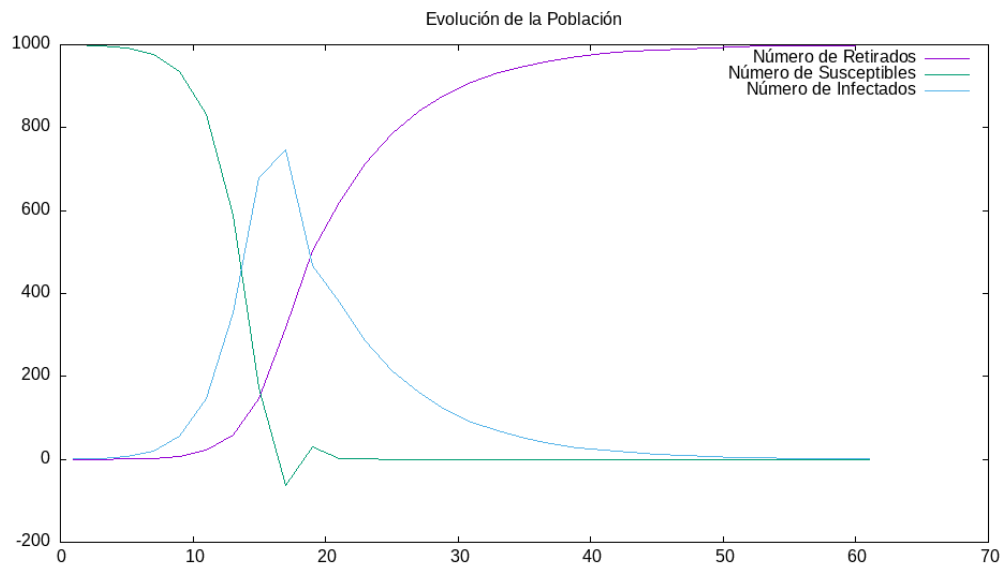


(b)  $dt = 0.1$ , Integración de Euler

Figura 1.10: Comparativa entre los dos métodos de integración  $dt = 0.1$

(a)  $dt = 0.05$ , Integración de Runge-Kutta(b)  $dt = 0.05$ , Integración de EulerFigura 1.11: Comparativa entre los dos métodos de integración  $dt = 0.05$

(a)  $dt = 0.01$ , Integración de Runge-Kutta(b)  $dt = 0.01$ , Integración de EulerFigura 1.12: Comparativa entre los dos métodos de intergración  $dt = 0.01$

(a)  $dt = 2$ , Integración de Runge-Kutta(b)  $dt = 2$ , Integración de EulerFigura 1.13: Comparativa entre los dos métodos de integración  $dt = 2$