

InfectoR

Modelaje de Enfermedades Infecciosas

Adrián Villa & Karla Rosales

ENFERMEDADES RESPIRATORIAS

Afectan pulmones y vías respiratorias.

Pueden ser causadas por diversos patógenos: bacterias, virus y hongos.

Problema de salud a nivel mundial, debido a su alta morbilidad y mortalidad, causan aproximadamente 4 millones de muertes anuales.

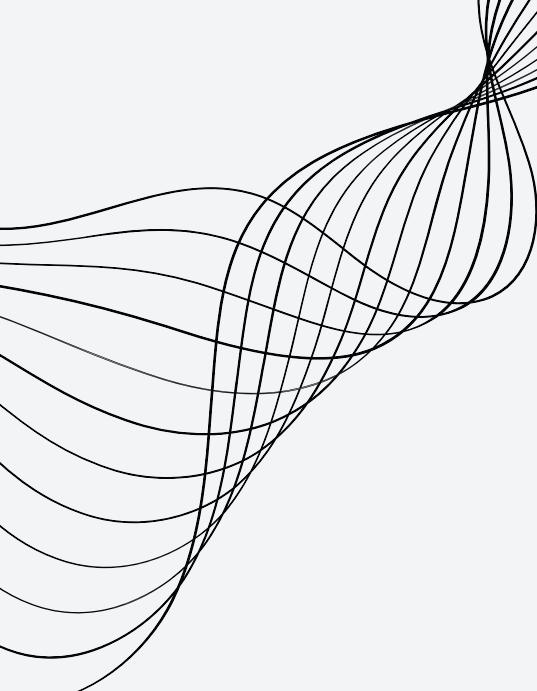
TRANSMISIÓN

- Contacto directo
- Gotículas o aerosoles
- Fomites

IMPACTO

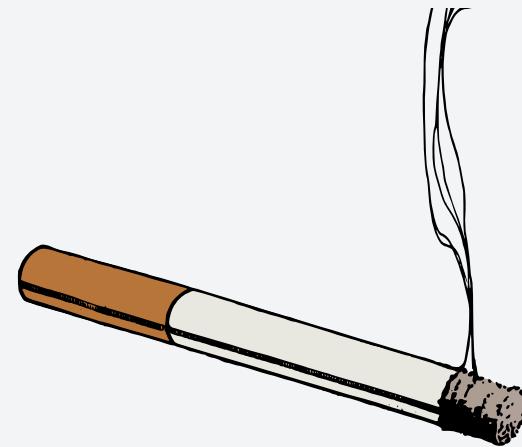
- Económico (atención médica y pérdida de productividad)
- Social





FACTORES DE RIESGO

- Edad (adultos mayores y niños)
- Personas inmunocomprometidas
- Problemas de salud
- Mujeres embarazadas
- Contaminación
- Hábitos



TABAQUISMO

Humo del tabaco



+ 7,000 sustancias químicas



- Alteraciones a las mucosas
- Daño al tejido pulmonar
- Alteraciones al sistema inmunológico



Mayor
susceptibilidad a
infecciones y
enfermedades
más severas



InfectorR

Herramienta para simular la transmisión de enfermedades respiratorias

Modelos SEIR, SEIS, SEIRS

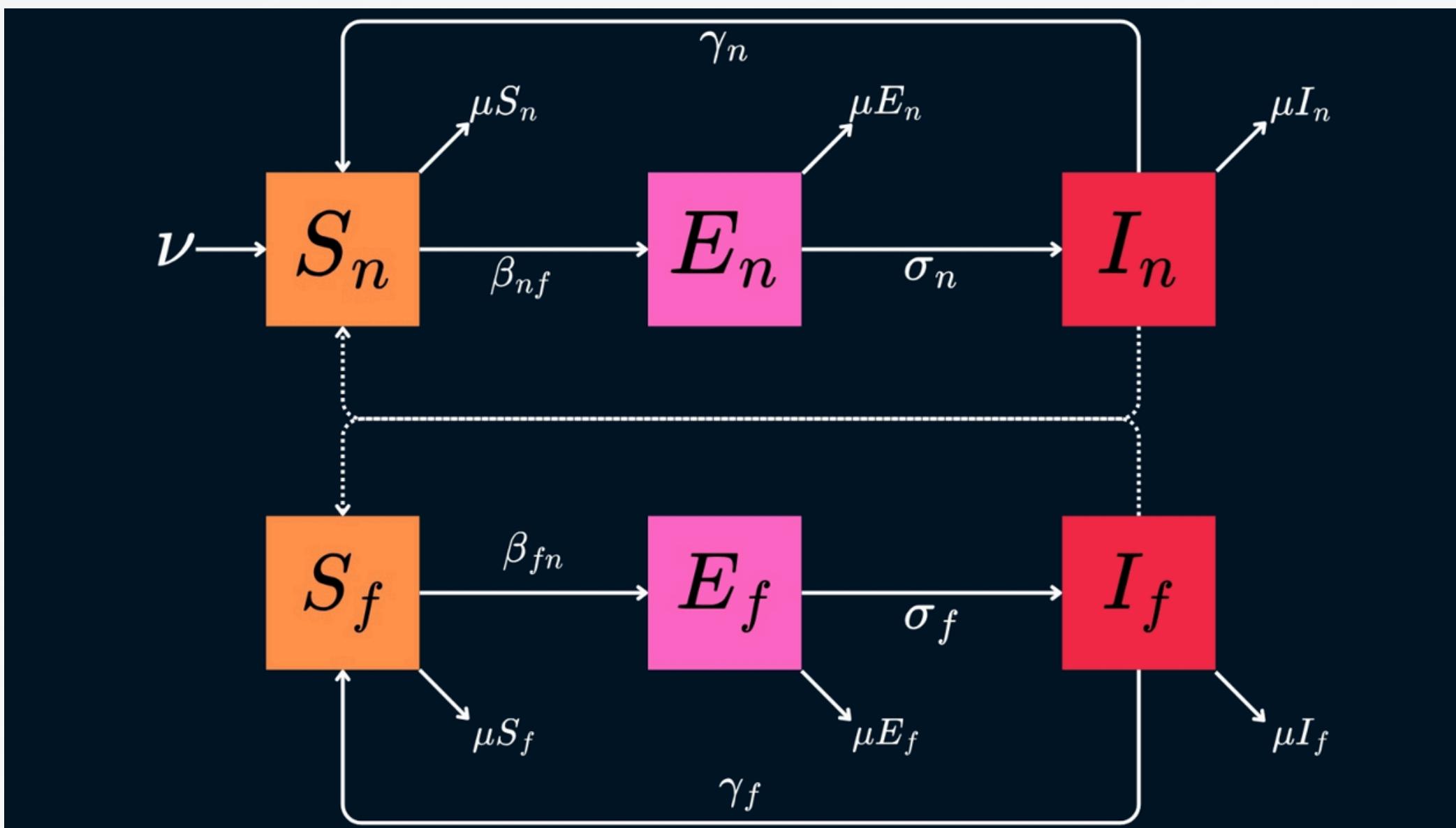
Dos poblaciones:
fumadores y no fumadores

METODOLOGÍA

1

Establecimiento de los parámetros y ecuaciones de los modelos

Modelo SEIS



Susceptibles (fumadores y no fumadores)

Expuestos (fumadores y no fumadores)

Infectados (fumadores y no fumadores)

ν : Tasa de nacimiento/migración

β_{nn} : Tasa de transmisión (no fumadores - no fumadores).

β_{nf} : Tasa de transmisión (no fumadores - fumadores).

β_{fn} : Tasa de transmisión (fumadores - no fumadores).

β_{ff} : Tasa de transmisión (fumadores - fumadores).

γ_n : Tasa de recuperación no fumadores.

γ_f : Tasa de recuperación fumadores.

μ : Tasa de muerte para cada grupo.

σ_n : Tasa de progresión de la infección/presentación de síntomas no fumadores.

σ_f : Tasa de progresión de la infección/presentación de síntomas fumadores.

Modelo SEIS

NO FUMADORES

$$\dot{S}_n = \nu - \beta_{nn} S_n I_n - \beta_{nf} S_n I_f + \gamma_n I_n - \mu S_n$$

$$\dot{E}_n = \beta_{nn} S_n I_n + \beta_{nf} S_n I_f - \sigma_n E_n - \mu E_n$$

$$\dot{I}_n = \sigma_n E_n - \gamma_n I_n - \mu I_n$$

FUMADORES

$$\dot{S}_f = \beta_{ff} S_f I_f - \beta_{fn} S_f I_n - \gamma_f I_f - \mu S_f$$

$$\dot{E}_f = \beta_{ff} S_f I_f + \beta_{fn} S_f I_n - \sigma_f E_f - \mu E_f$$

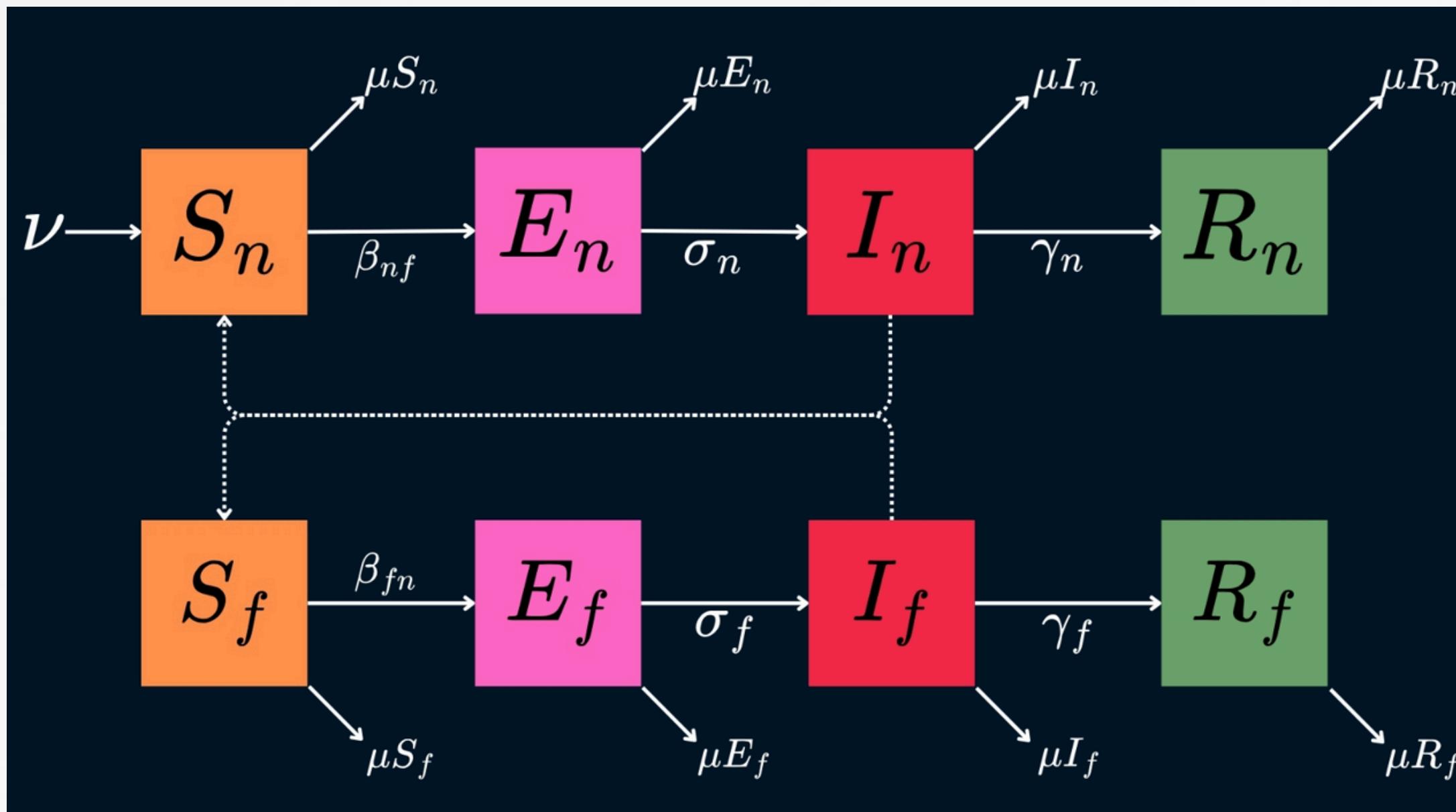
$$\dot{I}_f = \sigma_f E_f - \gamma_f I_f - \mu I_f$$

METODOLOGÍA

1

Establecimiento de los parámetros y ecuaciones de los modelos

Modelo SEIR



Ganancia de inmunidad

γ_n : Tasa de recuperación no fumadores.

γ_f : Tasa de recuperación fumadores.

Modelo SEIR

NO FUMADORES

$$\dot{S}_n = \nu - \beta_{nn} S_n I_n - \beta_{nf} S_n I_f - \mu S_n$$

$$\dot{E}_n = \beta_{nn} S_n I_n + \beta_{nf} S_n I_f - \sigma_n E_n - \mu E_n$$

$$\dot{I}_n = \sigma_n E_n - \gamma_n I_n - \mu I_n$$

$$\dot{R}_n = \gamma_n I_n - \mu R_n$$

FUMADORES

$$\dot{S}_f = -\beta_{ff} S_f I_f - \beta_{fn} S_f I_n - \mu S_f$$

$$\dot{E}_f = \beta_{ff} S_f I_f + \beta_{fn} S_f I_n - \sigma_f E_f - \mu E_f$$

$$\dot{I}_f = \sigma_f E_f - \gamma_f I_f - \mu I_f$$

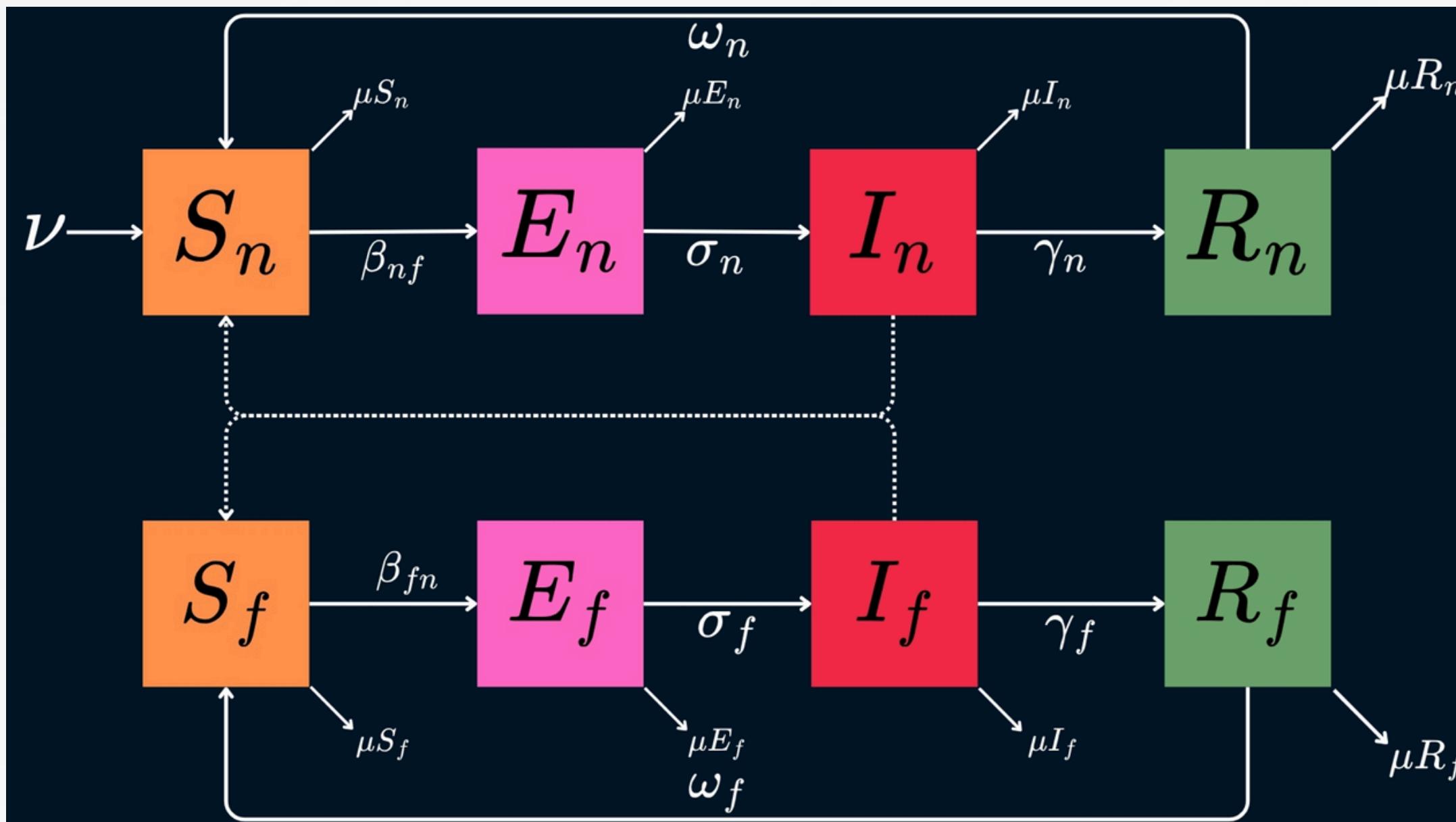
$$\dot{R}_f = \gamma_f I_f - \mu R_f$$

METODOLOGÍA

1

Establecimiento de los parámetros y ecuaciones de los modelos

Modelo SEIRS



Pérdida de inmunidad

ω_n : Tasa de pérdida de inmunidad no fumadores.

ω_f : Tasa de pérdida de inmunidad fumadores.

Modelo SEIRS

NO FUMADORES

$$\dot{S}_n = \nu - \beta_{nn} S_n I_n - \beta_{nf} S_n I_f - \mu S_n + \omega_n R_n$$

$$\dot{E}_n = \beta_{nn} S_n I_n + \beta_{nf} S_n I_f - \sigma_n E_n - \mu E_n$$

$$\dot{I}_n = \sigma_n E_n - \gamma_n I_n - \mu I_n$$

$$\dot{R}_n = \gamma_n I_n - \mu R_n - \omega_n R_n$$

FUMADORES

$$\dot{S}_f = -\beta_{ff} S_f I_f - \beta_{fn} S_f I_n - \mu S_f + \omega_f R_f$$

$$\dot{E}_f = \beta_{ff} S_f I_f + \beta_{fn} S_f I_n - \sigma_f E_f - \mu E_f$$

$$\dot{I}_f = \sigma_f E_f - \gamma_f I_f - \mu I_f$$

$$\dot{R}_f = \gamma_f I_f - \mu R_f - \omega_f R_f$$

2

Establecimiento de los modelos con deSolve

Determinación de valores para los parámetros

Determinación de las condiciones iniciales del sistema

Creación de funciones que permitan evaluar los modelos

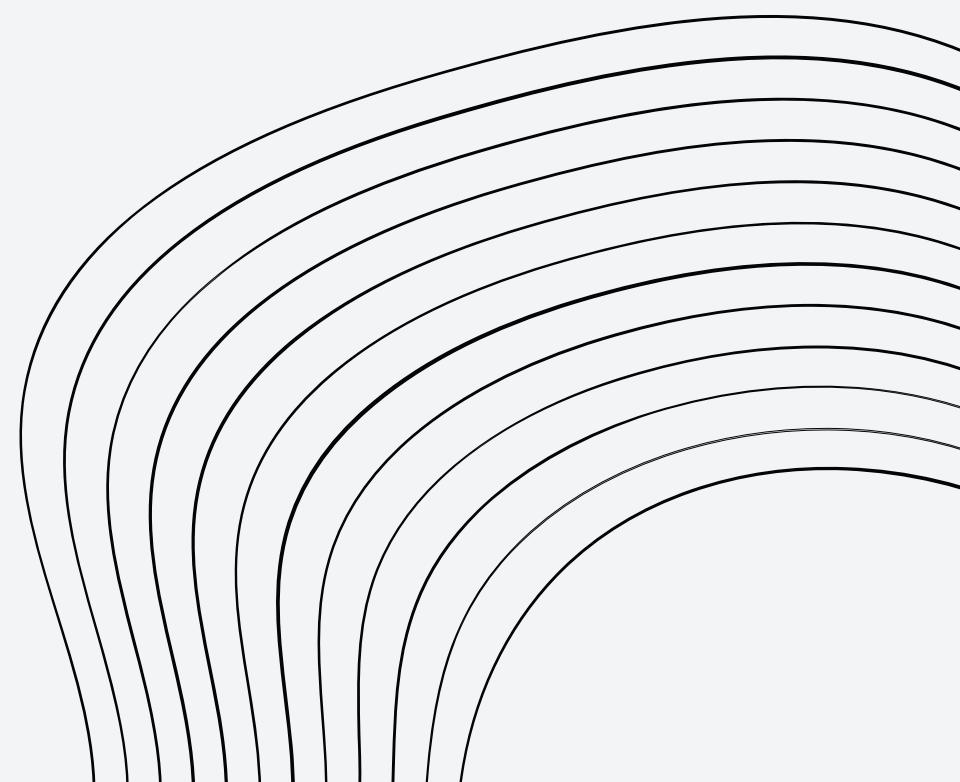
Graficado de los resultados

3

Simulación de la propagación de enfermedades

Creación de una red inicial

Animación de la red con respecto al tiempo



REFERENCIAS

1. Acerca de las enfermedades respiratorias (2024). CDC. Sitio web: <https://espanol.cdc.gov/respiratory-viruses/about/index.html>
2. Global Alliance against Chronic Respiratory Disease. www.who.int/gard/news_events/1-3_GARD-06-07-K1.pdf.
3. Véliz, T., Ponce, D., Mendoza, K., & Valero, N. (2021). Epidemiología de las infecciones respiratorias y sus factores predisponentes en adultos del cantón Jipijapa. Revista de Ciencias, 7(4), 892-914. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i4.2137>
4. Riesgos para la salud debido al tabaquismo (2020). American Cancer Society. Sitio web: <https://www.cancer.org/es/cancer/prevencion-del-riesgo/tabaco/riesgos-para-la-salud-debido-al-tabaquismo/fumar-tabaco.html>
5. Frino, A., Sellares, J. & Mondon, S. (2024) ¿Cómo afecta el tabaco a las infecciones respiratorias?. Clinic Barcelona. Sitio web: <https://www.clinicbarcelona.org/noticias/como-afecta-el-tabaco-a-las-infecciones-respiratorias>
6. Hadian SA, Rezayatmand R. Economic impact of acute respiratory disease pandemics: A scoping review. J Res Med Sci. 2022 Dec 23;27:88. doi: 10.4103/jrms.jrms_870_21. PMID: 36685026; PMCID: PMC9854936.
7. Coronel, C., Huerta, Y. & Ramos, O. (2018). Factores de riesgo de la infección respiratoria aguda en menores de cinco años. Revista Archivo Médico de Camagüey, 22(2), 194-203.