



## **Modelos dinámicos en salud pública**

**F. Morilla García**

**E. Álvarez Gómez**

**J. Donado Campos**

**S. Dormido Canto**

**UNED, Septiembre 2018**

---

---

# Contenido

---

---

1. **Salud Pública y Dinámica de Sistemas**
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. ¿Qué es salud, salud pública, salud global y epidemiología?
    - 1.2.1. Salud
    - 1.2.2. Salud pública
    - 1.2.3. Salud global
    - 1.2.4. Epidemiología
  - 1.3. Dinámica de Sistemas
  - 1.4. Representación de la estructura de los sistemas mediante diagramas
    - 1.4.1. Diagramas de influencias
    - 1.4.2. Diagramas de Forrester
    - 1.4.3. ¿Cómo hacer diagramas en Vensim?
      - 1.4.3.1. Diagramas de influencias
      - 1.4.3.2. Diagramas de Forrester
  - 1.5. Bibliografía
  
2. **Estructuras dinámicas básicas para los modelos en Salud Pública**
  - 2.1. El concepto de realimentación
  - 2.2. Bucle elemental de realimentación positiva (BERP)
    - 2.2.1. Características del comportamiento dinámico del BERP
    - 2.2.2. Modelo dinámico para simulación de los depósitos bancarios a plazo fijo
  - 2.3. Bucle elemental de realimentación negativa (BERN)
    - 2.3.1. Características del comportamiento dinámico del BERP
    - 2.3.2. Modelo dinámico para simulación del enfriamiento de una vivienda
  - 2.4. El concepto de retraso
    - 2.4.1. Modelo para simulación discreta de los depósitos bancarios a plazo fijo
  - 2.5. Modelo elemental de un brote de faringitis
  - 2.6. Modelo de población distribuida en grupos de edad
  - 2.7. Bibliografía
  
3. **Medidas de frecuencia**
  - 3.1. Introducción a las medidas de frecuencia
  - 3.2. Ejemplo para ilustrar las medidas de frecuencia

- 3.2.1. Seguimiento de una enfermedad en 30 personas
- 3.2.2. Modelo de cohorte cerrada
- 3.3. Modelo ampliado con las medidas de frecuencia
  - 3.3.1. Variables intermedias
  - 3.3.2. Medidas de frecuencia
- 3.4. Medidas de frecuencia relacionadas con la tasa de incidencia
- 3.5. Medidas de frecuencia relacionadas con incidencia acumulada y con el Método Actuarial
- 3.6. Probabilidad de supervivencia aplicando el Método de Kaplan-Meier
- 3.7. Medida de prevalencia
- 3.8. Bibliografía
  
- 4. **Modelo genérico para las enfermedades no transmisibles**
  - 4.1. Introducción
  - 4.2. Primera aproximación a las ENT
    - 4.2.1. La muerte natural vista como una ENT
    - 4.2.2. Estado y transiciones entre estados en las ENT
  - 4.3. Diagrama de Forrester para las ENT
    - 4.3.1. Flujos secundarios en las enfermedades
    - 4.3.2. El resto de variables auxiliares y los parámetros
  - 4.4. Modelos y escenarios específicos para las ENT
    - 4.4.1. Modelo elemental de evolución natural de las ENT
      - 4.4.1.1. Escenario 1: cohorte de 1000 susceptibles
      - 4.4.1.2. Escenario 2: población de susceptibles constante
    - 4.4.2. Ampliación del modelo con vuelta a la susceptibilidad
    - 4.4.3. Ampliación del modelo con las medidas de frecuencia
  - 4.5. Bibliografía
  
- 5. **Modelado de la prevención en las enfermedades no transmisibles**
  - 5.1. Introducción
  - 5.2. Subsistema 1: Factores de riesgo, Factores de protección y Medidas de prevención primaria
  - 5.3. Subsistema 2: Medidas de prevención secundaria
  - 5.4. Subsistema 3: Medidas de prevención terciaria
  - 5.5. Bibliografía
  
- 6. **Otros modelos para las enfermedades no transmisibles**
  - 6.1. Reutilización del modelo de población distribuida en grupos de edad como modelo de ENT
    - 6.1.1. Incorporación de la mortalidad en un estado intermedio
    - 6.1.2. Modelo de población distribuida en grupos de edad con mortalidad en todos los grupos y generación automática de condiciones iniciales
    - 6.1.3. Parametrización del modelo de población distribuida en grupos de edad
  - 6.2. Modelo de ENT con varios grados de la enfermedad
    - 6.2.1. Propuesta de un modelo para el consumo de alcohol

- 6.2.2. Parametrización del modelo de consumo de alcohol
- 6.2.3. Escenario recreado en simulación con el modelo de consumo de alcohol
- 6.3. Bibliografía
  
- 7. **Modelos genéricos para las enfermedades no transmisibles**
  - 7.1. Introducción
  - 7.2. Primera aproximación a las ET
  - 7.3. Diagrama de Forrester para las ET
    - 7.3.1. Flujos secundarios en las enfermedades
    - 7.3.2. El resto de variables auxiliares y los parámetros
  - 7.4. Modelos SLIR, SIR y SI para las ET
    - 7.4.1. Modelo SLIR de evolución natural de las ET
    - 7.4.2. Modelo SIR de evolución natural de las ET
    - 7.4.3. Modelo SI de evolución natural de las ET
  - 7.5. Epidemias y endemias
    - 7.5.1. Ejemplo de epidemia con alcance total
    - 7.5.2. Ejemplo de epidemia con alcance parcial
    - 7.5.3. Ejemplos de endemia
  - 7.6. Modelo SLIR para las ET con las medidas de frecuencia
    - 7.6.1. Epidemias de gripe recreadas con el modelo SLIR
  - 7.7. Bibliografía
  
- 8. **Modelado de la prevención en las enfermedades transmisibles**
  - 8.1. Introducción
  - 8.2. Subsistema 1.1: Medidas de prevención primaria sobre los casos incidentes
  - 8.3. Subsistema 1.2: Campañas de vacunación
  - 8.4. Subsistema 2: Medidas de prevención secundaria
  - 8.5. Subsistema 3: Medidas de prevención terciaria
  - 8.6. Bibliografía
  
- 9. **Otros modelos para las enfermedades transmisibles**
  - 9.1. Introducción
  - 9.2. Modelo SIR de varias poblaciones
    - 9.2.1. Tipos de contactos
    - 9.2.2. Posibles escenarios en el modelo de cuatro poblaciones
  - 9.3. Modelo de ET con vectores
    - 9.3.1. Aspectos generales sobre la población de vectores
    - 9.3.2. Modelo SIR de personas en interacción con un modelo SI de vectores
    - 9.3.3. Escenarios en el modelo de ET con vectores
  - 9.4. Modelo específico para simular brotes
    - 9.4.1. Modelo SIR individual
  - 9.5. Bibliografía

## **10. Modelos dinámicos en vigilancia de la Salud Pública**

- 10.1. Introducción
- 10.2. ¿Qué es la vigilancia de la Salud Pública?
- 10.3. Incorporación de datos en los modelos de Vensim
- 10.4. La utilización de los datos en los modelos de Vensim
  - 10.4.1. Opciones para conseguir magnitudes comparables en los modelos de Vensim
  - 10.4.2. Escalabilidad de los modelos en Vensim
  - 10.4.3. Comparación de los datos con los resultados de la simulación en Vensim
- 10.5. Toma de decisiones en Vensim
  - 10.5.1. Acciones proporcional e integral
  - 10.5.2. Ejemplo de actuación en Enfermedades No Transmisibles
  - 10.5.3. Ejemplo de actuación en Enfermedades Transmisibles
  - 10.5.4. Otros aspectos importantes en la toma de decisiones y en la actuación
- 10.6. Bibliografía

## **11. Fases en el planteamiento y resolución de un problema de Salud Pública**

- 11.1. Introducción
- 11.2. Fases del modelado
- 11.3. Análisis de sensibilidad de un modelo
  - 11.3.1. Análisis de sensibilidad en Vensim
- 11.4. Explotación de un modelo
  - 11.4.1. El modelo SLIR y las campañas de gripe
  - 11.4.2. El ajuste de parámetros por optimización
  - 11.4.3. La predicción basada en modelos
- 11.5. Modelado de la epidemia SARS-CoV en Hong Kong
- 11.6. Bibliografía

## **Apéndice A: VENSIM**

- A.1 Introducción
- A.2 La interfaz de usuario en Vensim
- A.3 Un ejemplo práctico
- A.4 Algunas consideraciones prácticas

## **Ejercicios**

### **Trabajos**

- Difusión de un rumor
- Modelo sobre consumo de droga
- Modelo de gripe para una población distribuida por grupos de edad