



Modelo matemático tipo compartimental para la tuberculosis en Cali

**Universidad Autónoma de
Occidente**

**Lilian Sofía Sepúlveda
Edna Zulieny Rincón Cardozo**

Resumen

En salud pública a nivel mundial la tuberculosis es un problema sanitario y es una de las primeras causas de mortalidad en las regiones de las Américas. Para el presente estudio se construyó un modelo basado en compartimentos para la dinámica de transmisión de la tuberculosis en el municipio de Cali, que busca relacionar condiciones socioeconómicas de la ciudad con el riesgo de contagio por tuberculosis. En este modelo se consideran cuatro grupos poblacionales que corresponden a susceptibles, latentes, infectados, tratados. Con este trabajo se pretende observar la dinámica de la enfermedad y simular la tendencia de la incidencia y prevalencia de tuberculosis en la ciudad de Cali.

Palabras clave: tuberculosis, factores socioeconómicos, modelo matemático.

Introducción

La tuberculosis (TB) es una enfermedad infecciosa mortal causada por una bacteria llamada *Mycobacterium tuberculosis* que suele atacar con más frecuencia los pulmones, dado que se instala en los lugares con mucosidades, cuya propagación depende principalmente de cuatro factores: virulencia, resistencia, hipersensibilidad y génesis del patrón granulomatoso. La TB constituye aún un grave problema de salud pública en Colombia, a pesar de que existen medios preventivos para evitar su incremento en la comunidad, cada año se siguen diagnosticando un promedio de 12.000 casos nuevos de TB en el país; sin embargo, el número real de casos nuevos de la enfermedad puede ser mayor, según el Dr. Jorge para el control de la TB.

Existe, en efecto, una estrecha relación entre la situación socioeconómica y la incidencia de la tuberculosis, porque la desnutrición, el consumo indebido de drogas, la dureza del trabajo y el poco tiempo dedicado al descanso disminuye la resistencia del individuo a la infección. La mala calidad de vida (hacinamiento, mala ventilación) y del lugar de trabajo, aumentan los riesgos de padecerla.

Por este motivo el riesgo de infección de TB está determinado fundamentalmente por el número de fuentes de contagio existentes en la comunidad, los determinantes sociales y las condiciones económicas y culturales de la población. Adicional a ello, la edad y las condiciones de salud propias del paciente que comprometan la competencia de su sistema inmunológico es un aspecto fundamental por considerarse en la transmisión de la enfermedad, pues son este tipo de usuarios los que desarrollan la tuberculosis activa.

Por tal motivo durante el desarrollo de este trabajo se quiere estudiar el riesgo de infección de tuberculosis en la población de Cali, lo cual está determinado por características de *Mycobacterium tuberculosis*, y factores socioeconómicos los cuales favorecen la transmisión de una persona a otra, todo esto a través de modelos matemáticos que brindan una amplia información, dicho esto se construyó un modelo basado en compartimentos para la dinámica de transmisión de la tuberculosis ya que determinan los diversos factores relacionados con prevalencia e incidencia de enfermedades infecciosas en la población, y además determinan factores socioeconómico en dichos fenómenos donde se manifiesta la TB, que son útiles para la toma de decisiones, que contribuirá a identificar factores de riesgo y grupos poblacionales con mayor grado de vulnerabilidad.

Metodología

La construcción de modelos matemáticos es una de las herramientas utilizadas hoy en día para el estudio de problemas en medicina, biología, fisiología, bioquímica, epidemiología, farmacocinética, entre otras áreas del conocimiento; sus objetivos primordiales son describir, explicar y predecir fenómenos y procesos en dichas áreas. Sin embargo, su aplicación se ve limitada con frecuencia por la falta de conocimientos e información acerca de los principios básicos del modelamiento matemático. Las epidemias muestran el impacto que las enfermedades tienen sobre la demografía de la población humana como consecuencia de las muertes que ocasionan las enfermedades causadas por microorganismos, principalmente bacterias, virus, parásitos y hongos. Es por ello por lo que la modelación se ha vuelto una herramienta muy importante en el estudio de la propagación de las infecciones, pues la forma en cómo se transmiten las enfermedades de una población a otra es un proceso algo complejo ya que depende de muchos factores sociales, económicos, ambientales, por mencionar algunos y por tanto resulta complicado entender la dinámica de la propagación de una enfermedad sin la estructura de un modelo Matemático.

Los modelos más utilizados para describir las enfermedades transmisibles por micro parásitos son de tipo compartimental, donde cada individuo de una comunidad cerrada (en la que no se produce inmigración ni emigración) es clasificado en compartimentos según su estado de salud en relación con el desarrollo de la enfermedad. La inclusión o exclusión de compartimentos en el modelo depende de las características de cada enfermedad.

Resultados

Desarrollo del modelo

Para el presente estudio, se construyó un modelo compartimental que incluyen cuatro clases de individuos,

susceptibles que son todas aquellas personas que desde nacidas pierden la condición de resistencia y están en riesgo de contagio a la enfermedad, latentes todas aquellas personas que tiene el bacilo, pero no manifiesta síntomas y no son un foco de contagio, infectados aquellas personas que posee la enfermedad y son un foco de contagio y tratados, se refiere a toda persona que tuvo la enfermedad y accedió a un tratamiento para el control de esta. (figura 1)

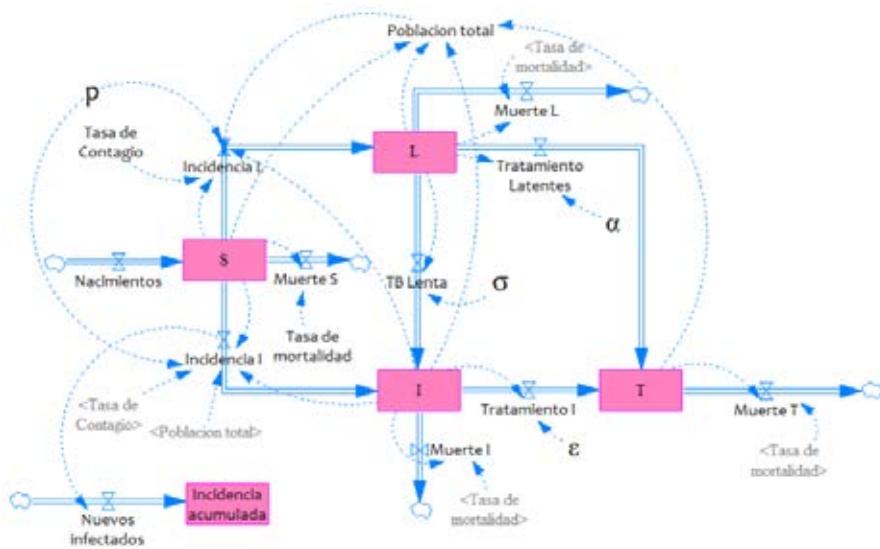


Figura 1. Diagrama
Forrester Modelo
Compartimental

La tasa de contagio β representa la velocidad de transmisión e incluye el numero promedio de contactos que tiene una persona en un mes, una tasa de progresión rápida y lenta a la enfermedad, una tasa de progresión de latentes a infectados, una tasa de progresión de latentes a tratados y una tasa de progresión de infectados a tratados. Los parámetros utilizados se describen en la Tabla 1. Donde:

Tabla 1.
Parámetros
Fuente.
Los autores

Parámetros	Descripción
ρ	Tasa de progresión rápida a la infección
β	Tasa de Contagio
μ	Tasa de Muerte
σ	Transición de L a I
α	Transición de L a T
ε	Tasa de transición de I a T

¿Quieres conocer más de este proyecto?



Visita nuestro canal de YouTube:

<https://www.youtube.com/c/iniciacioncientifica>

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el **Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias)** a través del Programa de Investigación No. 1106-852-69523, Contrato: CT FP 80740-439-2020,20 INTER 356 (Universidad Autónoma de Occidente-UAO)

Los autores también agradecen el apoyo de todos los demás **integrantes MoBiMat** y del **semillero SEMAP** del **grupo de investigación GIMS-UAO**

Referencias

- García R, L. (2017) Modelos matemáticos compartimentales en epidemiología. Repositorio institucional de la Universidad de La Laguna. RD 26-agosto-2022
- Malagón Ca, V. (1993) La Tuberculosis, Una Enfermedad Modificada*. Medicina. 4-29.
- Montesinos-L OA, Hernández-SCM. (2007) Modelos matemáticos para enfermedades infecciosas. Salud Publica Mex; 49:218-226. <https://www.scielosp.org/pdf/spm/v49n3/07.pdf>
- Moreno S, LG (2012) Dinámica de Sistemas aplicada a la Epidemiología de Tuberculosis en una Localidad Periférica de Bogotá, Colombia.
- Organización mundial de la salud (2010), Equidad, determinantes sociales y programas de salud pública. Editors World Health Organization. Geneva, Switzerland. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44289/1/9789241563970_eng.pdf
- Pliego, E. (2011) Modelos Epidemiológicos de Enfermedades Virales Infecciosas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Victoria JE. (1999) Epidemiología de la tuberculosis en Colombia. Informe quincenal Epidemiológico Nacional. 4:82-6. Disponible en: <http://www.saludcolombia.com>