

# Resumen

Nuestro sistema inmune es esencial para nuestra supervivencia. Sin él estaríamos expuestos a ataques de bacterias, virus y parásitos. Este sistema actúa por todo el cuerpo e involucra a muchos tipos de células. Su misión principal es reconocer patógenos y combatirlos, dando lugar a un proceso que llamamos respuesta inmune.

En lo que sigue nos centraremos en la dinámica de la población de un tipo de célula inmune concreto: las células T. Estas participan de manera fundamental en la respuesta inmune, pues se encargan de eliminar aquellas células del organismo que han sido infectadas. A día de hoy, los mecanismos biológicos que determinan cuándo y cuánto se reproducen estas células durante la respuesta inmune son conocidos solo de forma parcial.

A lo largo de este documento, se exponen dos modelos matemáticos, basados en ecuaciones diferenciales, que intentan dar una posible explicación a algunos aspectos de la respuesta inmune desde puntos de vista distintos: uno microscópico (a nivel celular) y otro macroscópico (a nivel de toda la población de células). Veremos que la actividad de las células T depende de su decisión entre división o suicidio (apoptosis) y esta decisión puede estudiarse por medio de ecuaciones simples, que permiten formular el problema de manera adecuada para su posterior análisis. Además del marco teórico de los modelos, se incluyen diversas simulaciones de los mismos. En ellas se pone de manifiesto su carácter flexible, pues permiten representar situaciones inmunológicas distintas cambiando valor de sus parámetros. De este modo es posible obtener información relevante sin necesidad de nuevos experimentos en un laboratorio. Además, en este trabajo se ha buscado una posible correlación entre los parámetros de los modelos (microscópico y macroscópico) propuestos. En concreto y como primera aproximación, se ha implementado una red neuronal que permite inferir los parámetros del modelo macroscópico teniendo como entrada aspectos característicos de una respuesta inmune.

## Palabras clave

modelos matemáticos, ecuaciones diferenciales, células T, patógenos, respuesta inmune, simulaciones numéricas.

# Abstract

Our immune system is essential to our survival. Without it, we would be defenceless to attacks from bacteria, viruses and parasites. This system acts throughout the body and involves many types of cells. Its main mission is to recognize pathogens and fight them, giving rise to a process called immune response.

In what follows, we will focus on the population dynamics of a particular type of immune cell: T cells. These cells play a fundamental role in the immune response, as they are active at eliminating those cells in the body that have been infected. The biological mechanisms that determine when and how much these cells reproduce during the immune response have not been fully elucidated yet.

In this document, two mathematical models based on differential equations are presented. They provide a possible explanation to some aspects of immune response from different points of view: one microscopic (at the cellular level) and the other macroscopic (at the level of the entire cell population). We will see that the activity of T cells depends on their decision between cell division or suicide (apoptosis) and that this decision can be studied by means of simple equations, which allow us to formulate the problem in a suitable form for later analysis. In addition to their theoretical framework, several simulations of the models are included. These show their flexible nature, as they allow different situations to be represented simply by changing parameter values in the corresponding equations. This allows for significant information to be inferred without the need for new experiments in a laboratory. Furthermore, a possible correlation between the parameters of the proposed models (microscopic and macroscopic) has been sought in this work. In particular, and as a first approximation, a neural network has been implemented that allows inferring the parameters of the macroscopic model having as input characteristic aspects of an immune response.

## Keywords

mathematical models, differential equations, T cells, pathogens, immune response, numerical simulations.