



Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas

Responsable de tutorización: Juan Soler Vizcaíno

Correo electrónico: jsoler@ugr.es

Departamento: Matemática Aplicada

Área de conocimiento: Matemática Aplicada

Responsable de cotutorización: Lázaro René Izquierdo Fábregas

Correo electrónico: rfabregas@ugr.es

Departamento: Matemática Aplicada

Área de conocimiento: Matemática Aplicada

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo: María del Carmen Ramírez Trujillo

Título: Modelización y simulación de la separación dielectroforética de plaquetas de glóbulos rojos en un canal microfluídico.

Número de créditos: 6 ECTS 12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

- 1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
- 2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
- 3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
- 4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
- 5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
- 6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos: Hasta la fecha, el análisis de una muestra de sangre completa requiere la utilización de dispositivos de gran tamaño y personal cualificado en los laboratorios — lo que exige mucho tiempo. Los dispositivos micro/nanofluídicos electrocinéticos (ej., dielectroforéticos) en formato de sistemas Lab-on-a-Chip (LoC) podrían ser una alternativa adecuada, ya que permiten separar y aislar células/partículas sin identificación basada en las diferencias de sus propiedades electrofisiológicas¹. Se trata de una técnica que puede servir de herramienta en el diagnóstico clínico y la investigación médica, ya que facilita el análisis de la composición sanguínea específica de cada paciente y la detección y aislamiento de células patógenas², como células tumorales circulantes o eritrocitos infectados por la malaria^{3,4}.

Las ecuaciones que rigen la multifísica de los procesos electrocinéticos incluyen los modelos de Poisson-Nernst-Planck — o Poisson-Boltzmann — más Navier-Stokes (PNP-NS)⁵⁻⁷. El análisis de estos modelos permitirá al estudiante introducirse en la investigación aplicando los conocimientos y temas tratados en sus cursos de licenciatura, tales como Ecuaciones Diferenciales II, Modelos Matemáticos II, Electromagnetismo, Ecuaciones Diferenciales en Mecánica y Biología, Métodos Numéricos y Simulación, Métodos Numéricos I y Programación. Adicionalmente, existe una gran demanda de modelos matemáticos para el análisis cuantitativo de experimentos a micro/nano-escala. En consecuencia, este campo le proporcionará unas aptitudes excepcionales para su futura carrera tanto en el mundo empresarial como en el académico.

Actividades a desarrollar:

1. Revisión bibliográfica de los principales modelos matemáticos y su simulación numérica, así

como los fundamentos de los posibles dispositivos microfluídicos combinando hidrodinámica con dielectroforesis.

2. Introducción a la formulación débil (o variacional) de un sistema de ecuaciones diferenciales — modelos PNP-NS — y su implementación 2D-3D utilizando COMSOL Multiphysics — mediante elementos finitos.
3. Comparar diferentes dispositivos microfluídicos para separar células, plaquetas, eritrocitos y leucocitos, incluidas sus subclases celulares.

Objetivos planteados

Modelización e interpretación de procesos electrocinéticos a escala micrométrica.

Formulación débil (o variacional) de un sistema de ecuaciones en derivadas parciales parciales.

Introducción a métodos computacionales y al uso de COMSOL.

Análisis e interpretación de los resultados en relación con anteriores estudios y experimentos.

Bibliografía.

- 1 Whitesides, G. M. The origins and the future of microfluidics. *Nature* **442**, 368-373 (2006). <https://doi.org/10.1038/nature05058>
- 2 Pohl, H. A. & Hawk, I. Separation of Living and Dead Cells by Dielectrophoresis. *Science* **152**, 647-649 (1966). <https://doi.org/doi:10.1126/science.152.3722.647.b>
- 3 Emmerich, M. E. P., Sinnigen, A.-S., Neubauer, P. & Birkholz, M. Dielectrophoretic separation of blood cells. *Biomedical Microdevices* **24**, 30 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10544-022-00623-1>
- 4 Piacentini, N., Mernier, G., Tornay, R. & Renaud, P. Separation of platelets from other blood cells in continuous-flow by dielectrophoresis field-flow-fractionation. *Biomicrofluidics* **5** (2011). <https://doi.org/10.1063/1.3640045>
- 5 Qian, S. & Ai, Y. *Electrokinetic Particle Transport in Micro-/Nanofluidics: Direct Numerical Simulation Analysis*. (CRC Press, 2012).
- 6 Kirby, B. J. *Micro- and Nanoscale Fluid Mechanics: Transport in Microfluidic Devices*. (Cambridge University Press, 2010).
- 7 Jones, T. B. & Jones, T. B. *Electromechanics of Particles*. (Cambridge University Press, 1995).

Firma del estudiante

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

SOLER VIZCAINO
JUAN SEGUNDO -
27266095D

Firmado digitalmente por SOLER
VIZCAINO JUAN SEGUNDO -
27266095D
Fecha: 2023.05.17 11:12:39 +02'00'

Firma del responsable de tutorización

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

Firma del responsable de cotutorización (*en su caso*)

(solo para trabajos propuestos por estudiantes)

En Granada, a 17 de mayo de 2023