

# Reto | Entrega 3 Modelación de barras cargadas

Yoel Ledo Mezquita

Víctor Francisco Robledo Rella

## Equipo 4

Alan Estiel Aguirre Mohar A01657644

Samantha Barrón Martínez A01652135

Diego Isunza Garciacano A01652067

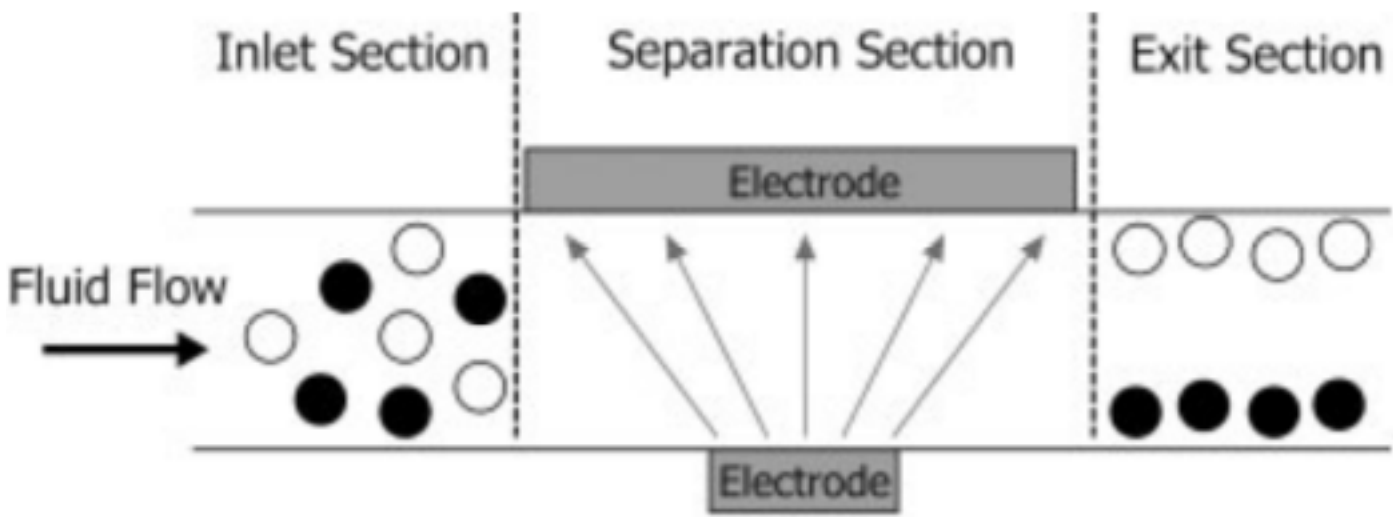
Rebeca Guevara Lagunas A01651298

Manuel Hernández Bravo A01652985

28-04-2020

## Introducción

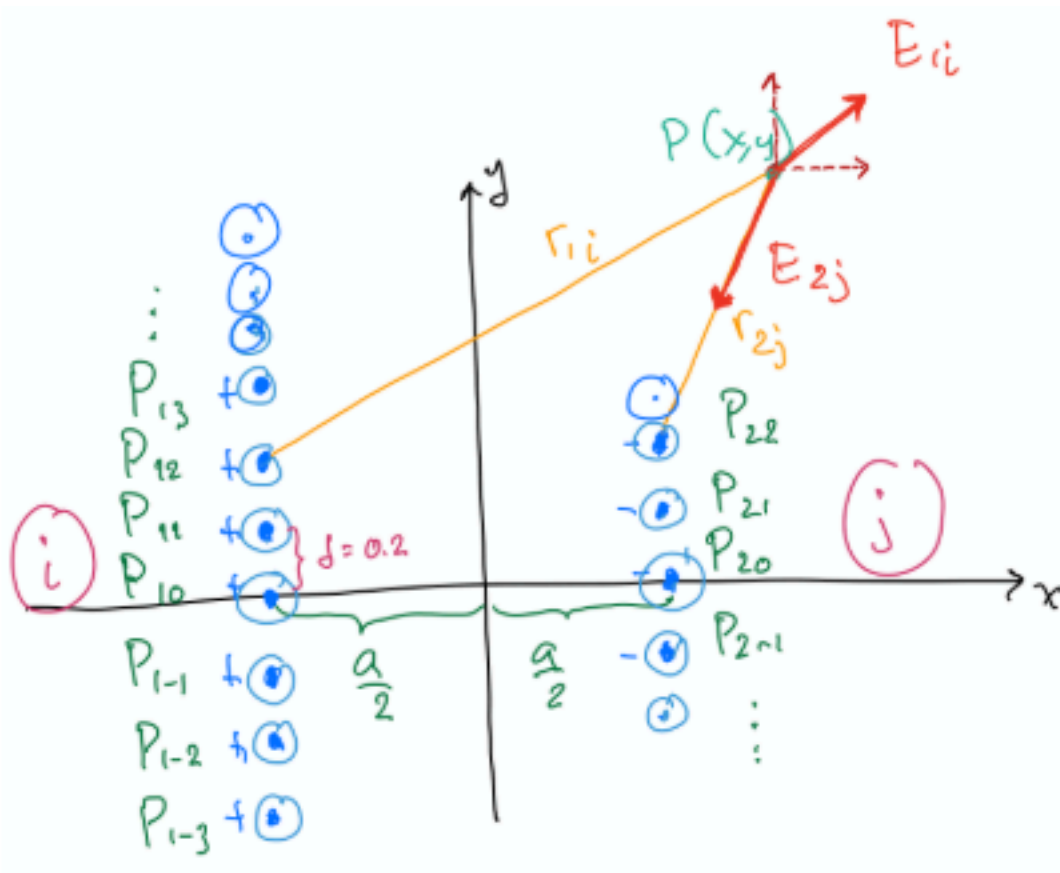
Para este reto de cálculo y graficación de campos eléctricos no uniformes, los cuales son usados en dielectroforesis para el diagnóstico de malaria. La dielectroforesis se basa en las propiedades eléctricas de los glóbulos rojos pues el comportamiento es diferente cuando están sanos a cuando están contaminados por malaria. En base a esto la malaria puede ser identificada cuando la muestra de sangre se separa al pasar por un campo eléctrico no uniforme. La figura abajo representa una mezcla de glóbulos, algunos sanos y otros enfermos, entrando por la izquierda al campo eléctrico entre los electrodos. De tal forma que, si una persona está sana, después de realizar este procedimiento en su muestra de sangre, no se observarían glóbulos en el conducto donde deben irse los infectados. Por otro lado, en la muestra de sangre de una persona enferma, se observarían glóbulos en los dos conductos, pues su sangre tendría una mezcla de glóbulos enfermos y sanos.



Con Matlab se creará una simulación computacional de un campo eléctrico como los que se usan en dielectroforesis para diagnosticar malaria. La simulación muestra dos electrodos con forma de placas planas, paralelas y de carga opuesta además con flechas se grafica el campo eléctrico no uniforme que las placas producen. Para ello se hará uso de los conocimientos de física adquiridos durante este bloque.

## Cálculos:

Tomando en cuenta los siguientes planteamientos, para hallar el campo total producido por  $n_1$  cargas positivas y  $n_2$  cargas negativas, separadas una distancia " $d$ " una de la otra a lo largo del eje " $y$ "



$r_1 = \sqrt{\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + (y - i \cdot d)^2}$	$\cos(\theta_1) = \left(\frac{x + \frac{a}{2}}{r_1}\right), \sin(\theta_1) = \frac{(y - i \cdot d)}{r_1}$
$r_2 = \sqrt{\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + (y - j \cdot d)^2}$	$\cos(\theta_2) = \left(\frac{x - \frac{a}{2}}{r_2}\right), \sin(\theta_2) = \frac{(y - j \cdot d)}{r_2}$

$$E_{1x} = K * \frac{q_1}{r_1^2} * \cos(\theta_1) = \frac{K * q_1}{r_1^2} * \frac{\left(x + \frac{a}{2}\right)}{r_1} = \frac{K * q_1 * \left(x + \frac{a}{2}\right)}{\left(\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + (y - id)^2\right)^{3/2}}$$

$$E_{2x} = K * \frac{q_2}{r_2^2} * \cos(\theta_2) = \frac{K * q_2}{r_2^2} * \frac{\left(x - \frac{a}{2}\right)}{r_2} = \frac{K * q_2 * \left(x - \frac{a}{2}\right)}{\left(\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + (y - jd)^2\right)^{3/2}}$$

$$E_{xtot} = \sum_{i=-n1}^{i=n1} \frac{K * q_1 * \left(x + \frac{a}{2}\right)}{\left(\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + (y - id)^2\right)^{3/2}} + \sum_{j=-n2}^{j=n2} \frac{K * q_2 * \left(x - \frac{a}{2}\right)}{\left(\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + (y - jd)^2\right)^{3/2}}$$

$$E_{1y} = k \left(\frac{q_1}{r_1^2}\right) \sin(\theta) \Rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} * \frac{(y - id)}{r_1} \Rightarrow \frac{kq_1(y - id)}{r_1^3} \Rightarrow \frac{kq_1(y - id)}{\left(\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + (y - id)^2\right)^{3/2}}$$

$$E_{2y} = k \left(\frac{q_2}{r_2^2}\right) \sin(\theta) \Rightarrow \frac{kq_2}{r_2^2} * \frac{(y - jd)}{r_2} \Rightarrow \frac{kq_2(y - jd)}{r_2^3} \Rightarrow \frac{kq_2(y - jd)}{\left(\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + (y - jd)^2\right)^{3/2}}$$

$$E_{ytotal} = \sum_{i=-n1}^{i=n1} \frac{kq_1(y - id)}{\left(\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + (y - id)^2\right)^{3/2}} + \sum_{j=-n2}^{j=n2} \frac{kq_2(y - jd)}{\left(\left(x - \frac{a}{2}\right)^2 + (y - jd)^2\right)^{3/2}}$$

$$E = \sqrt{E_{xtot}^2 + E_{ytotal}^2}$$

## Simulación:

```
clear;
close all;
hold on;
%Separacion cargas/2
a =4;
% Numero de cargas positivas (2n+1)
n1 = 5;
% Numero de cargas negativas (2n+1)
n2 = 3;
%Separacion cargas
d = 0.67;

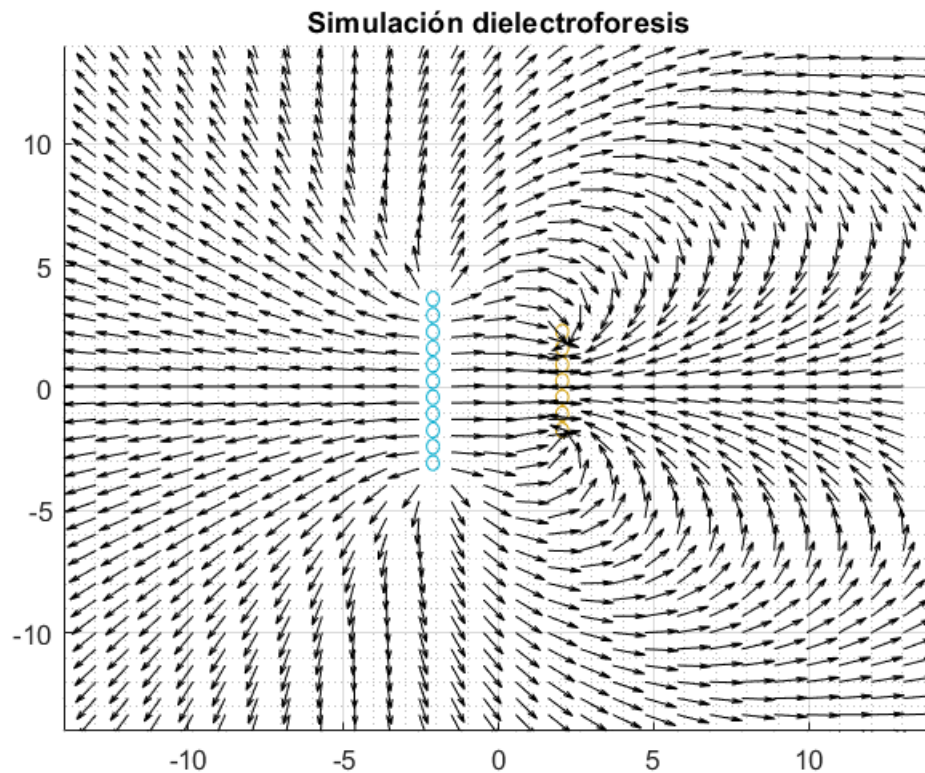
%Tamaño del plot
al = 14;
%Numero de lineas (mayor numero, menos lineas)
p = 1.04;
[x,y] = meshgrid(-al:p:al, -al:d:al);
p1 = [(-a/2).*ones(2*n1+1,1) ((-n1:n1)*d)'];
p2 = [(a/2).*ones(2*n2+1,1) ((-n2:n2)*d)'];
q1 = 1;
q2 = -1;
Ex = 0;
Ey = 0;
k = 1;

for i=1:(2*n1+1)
    Ex = Ex + (k.*q1.*(x-p1(i,1)))./(((x-p1(i,1)).^2+(y-p1(i,2)).^2).^(3/2));
    Ey = Ey + (k.*q1.*(y-p1(i,2)))./(((x-p1(i,1)).^2+(y-p1(i,2)).^2).^(3/2));
    rectangle('Position',[p1(i,1)-p*0.3 p1(i,2) 0.4 0.6],'Curvature',[1,1], 'EdgeColor','b')
end

for i=1:(2*n2+1)
    Ex = Ex + (k.*q2.*(x-p2(i,1)))./(((x-p2(i,1)).^2+(y-p2(i,2)).^2).^(3/2));
    Ey = Ey + (k.*q2.*(y-p2(i,2)))./(((x-p2(i,1)).^2+(y-p2(i,2)).^2).^(3/2));
    rectangle('Position',[p2(i,1)-0.15 p2(i,2) 0.4 0.6],'Curvature',[1,1], 'EdgeColor','b')
end

Emag = sqrt(Ex.^2 + Ey.^2);
u = Ex./Emag;
v = Ey./Emag;

quiver(x,y,u,v,'color',[0 0 0 0.5])
grid on
grid minor
axis([-al al -al al])
title('Simulación dielectroforesis');
```



## Resultados y discusión:

La simulación del campo eléctrico generado es óptima para poder demostrar como un campo eléctrico no uniforme puede ejercer una fuerza neta diferente en los glóbulos rojos contaminados. En esta simulación el usuario puede modificar los parámetros para  $a$  (distancia entre las cargas),  $N$  (número de puntos de la "malla"),  $d$  (distancia a lo largo del eje y entre 2 cargas consecutivas),  $n1$  y  $n2$  (número de cargas positivas y negativas)

Conforme cambien los parámetros anteriores se puede observar el cambio en comportamiento del campo eléctrico de este modo el usuario podrá identificar en qué condiciones el campo eléctrico es más efectivo para su objetivo.

## Conclusiones

Realizar este proyecto requirió la aplicación de todos los temas vistos durante el módulo, lo cual ha sido de suma importancia en nuestra formación como futuros ingenieros ya que el ser capaces de resolver problemas mediante el uso de estas herramientas puede traer beneficios y ser de gran ayuda para las personas, por ejemplo este proyecto presenta de forma gráfica el campo eléctrico formado por dos placas paralelas y de carga opuesta, que en el campo de la medicina son utilizadas en dielectroforesis para diagnosticar la malaria. Es justo en este tipo de aplicaciones donde radica la importancia de estos proyectos.

## Bibliografía

MathWorks. (2020). MATLAB software. Retrieved April 2020, from <https://la.mathworks.com/products/matlab-online.html>

Muñoz, J. L. G., Abrego, F. R., Ramírez, J., & Mena, E. M. (n.d.). Reto Modelación computacional de sistemas eléctricos. Retrieved April 26, 2020, from <https://experiencia21.tec.mx/courses/32605/pages/reto>

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim . (2011, March 15). Dielectrophoresis in microfluidics technology. Retrieved April 27, 2020, from <http://yoksis.bilkent.edu.tr/pdf/files/10.1002-elps.201100167.pdf>

Fernández, J. L., & Coronado, G. (2020). Intensidad del Campo Eléctrico. Retrieved April 26, 2020, from <https://www.fisicalab.com/apartado/intensidad-campo-electrico>