



Ciudad Universitaria, 21 de abril de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA BIOMÉDICA
COMITÉ ACADÉMICO DE TITULACIÓN
PRESENTE

Por medio de la presente, comunico a ustedes el plan de actividades de la alumna Dana Larissa Luna González, con número de cuenta 421122680, para iniciar el trámite de titulación en la modalidad de tesis. La alumna desarrollará el proyecto titulado “Cálculo numérico de propiedades ópticas de eritrocitos sanos y enfermos” bajo mi asesoría, en el grupo de Nanoplasmónica del Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM.

El estudio de las propiedades ópticas de las células biológicas como los osteoblastos [1], los linfocitos [2] y los eritrocitos [3], es de importancia para el área médica por sus potenciales aplicaciones en el diagnóstico y la detección temprana de enfermedades. En particular, se ha reportado que los eritrocitos presentan alteraciones en su composición y morfología ante diversas formas de anemia [3], lo que afecta directamente su respuesta óptica [4, 5].

La respuesta óptica de los eritrocitos se modifica por factores como el hematocrito, la concentración de hemoglobina y el nivel de saturación de oxígeno [3], los cuales modifican su función dieléctrica y su geometría, cambiando a su vez sus mecanismos de absorción y esparcimiento de luz [3]. Por lo tanto, el objetivo principal de la tesis de licenciatura de la alumna Dana Larissa es caracterizar las propiedades ópticas de eritrocitos tanto sanos como enfermos, considerando variaciones en su función dieléctrica y morfología. Para ello, se propone cuantificar la respuesta espectral de los eritrocitos mediante el cálculo de las secciones transversales de extinción, esparcimiento y absorción, empleando el método de elemento finito (FEM, por sus siglas en inglés).

Durante el desarrollo del trabajo, la alumna abordará tres ejes temáticos principales. En el primer eje ahondará en las patologías más comunes que afectan a los eritrocitos. En el segundo eje, se familiarizará con la solución analítica conocida como teoría de Mie, así como con las relaciones de Kramers-Kronig [6] para determinar la función dieléctrica de los eritrocitos considerados. Finalmente, en el tercer eje, calculará numéricamente la repuesta óptica, esparcimiento y absorción de luz, para los eritrocitos con el FEM implementado en COMSOL Multiphysics™ y geometrías diseñadas en SolidWorks. En el grupo de Nanoplasmónica contamos con las licencias para ambos software. Para cumplir con los objetivos planteados, el cronograma de actividades es el siguiente:

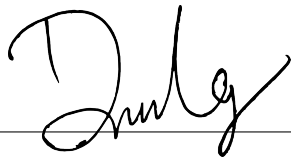
- **Abril – mayo:** Revisión de la literatura sobre las propiedades ópticas de eritrocitos sanos y enfermos, así como la clasificación de sus principales alteraciones morfológicas y fisiológicas.

-
- **Junio – agosto:** Familiarización con los programas COMSOL Multiphysics[™] y SolidWorks.
 - **Septiembre - octubre:** Obtención de la función dieléctrica por medio de las relaciones de Kramers-Kronig a partir de datos reportados en la literatura.
 - **Noviembre – enero:** Cálculo de las secciones transversales de absorción, extinción y esparcimiento para eritrocitos sanos y enfermos.
 - **Febrero – mayo:** Análisis de resultados e inicio de redacción de la tesis.

Para el trabajo escrito, se propone el siguiente índice

- Introducción: Justificación y antecedentes del trabajo
 1. Esparcimiento de luz por partículas
 - 1.1 Fundamentos
 - 1.2 Secciones transversales
 - 1.3 Relaciones de Kramers-Kronig
 2. Eritrocitos y sus patologías
 3. Método de elemento finito
 - 3.1 Convergencia numérica
 4. Resultados
 - 4.1 Propiedades ópticas de eritrocitos sanos
 - 4.2 Contraste de las propiedades ópticas con eritrocitos enfermos
- Conclusiones y trabajo a futuro

Atentamente,



Dana Larissa Luna González
Estudiante de Física Biomédica
No. de cuenta: 421122680
Tel.: 776 101 4262
dana.larissalg@ciencias.unam.mx

Dr. Alejandro Reyes Coronado

Profesor Titular C de Tiempo Completo
Departamento de Física, Facultad de Ciencias, UNAM
Tel.: (55) 5622 4968
coronado@ciencias.unam.mx

Referencias

- [1] A. Antunes, J. H. Pontes, A. F. G. Monte, A. Barbosa y N. M. F. Ferreira. Optical Properties on Bone Analysis: An Approach to Biomaterials. *Proceedings*, **27**(1):36, 2019. DOI: [10.3390/proceedings2019027036](https://doi.org/10.3390/proceedings2019027036).
- [2] J. Yoon, Y. Jo, M.-h. Kim, K. Kim, S. Lee, S.-J. Kang e Y. Park. Identification of non-activated lymphocytes using three-dimensional refractive index tomography and machine learning. *Scientific Reports*, **7**(1):6654, 2017. DOI: [10.1038/s41598-017-06311-y](https://doi.org/10.1038/s41598-017-06311-y).

-
- [3] N. Bosschaart, G. J. Edelman, M. C. G. Aalders, T. G. van Leeuwen y D. J. Faber. A literature review and novel theoretical approach on the optical properties of whole blood. *Lasers in Medical Science*, **29**(2):453-479, 2014. DOI: [10.1007/s10103-013-1446-7](https://doi.org/10.1007/s10103-013-1446-7).
 - [4] T. Wriedt, J. Hellmers, E. Eremina y R. Schuh. Light scattering by single erythrocyte: Comparison of different methods. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, **100**(1):444-456, 2006. DOI: [10.1016/j.jqsrt.2005.11.057](https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2005.11.057).
 - [5] M. Meinke, G. Müller, J. Helfmann y M. Friebe. Optical properties of platelets and blood plasma and their influence on the optical behavior of whole blood in the visible to near infrared wavelength range. *Journal of Biomedical Optics*, **12**(1):014024, 2007. DOI: [10.1117/1.2435177](https://doi.org/10.1117/1.2435177).
 - [6] V. Lucarini, K.-E. Peiponen, J. Saarinen y E. Vartiainen. *Kramers-Kronig Relations in Optical Materials Research*. Springer, Berlín, Alemania, 2005.