



Universidad Nacional Autónoma
de México
FACULTAD DE CIENCIAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA BIOMÉDICA



Ciudad Universitaria, 23 de febrero de 2025.

Comisión de Servicio Social
Coordinación de Física Biomédica
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
P R E S E N T E

INFORME DE ACTIVIDADES DEL SERVICIO SOCIAL
de la estudiante Dana Larissa Luna González

Por medio de la presente, reporto las actividades realizadas durante mi servicio social en el programa Apoyo a la Investigación, con el título “Cálculo de las secciones transversales de extinción, absorción y esparcimiento de elipsoides en la aproximación cuasi-estática como primera aproximación de eritrocitos” con clave 2024-12/12-837. El proyecto lo realicé bajo la supervisión del Dr. Alejandro Reyes Coronado, en el Departamento de Física, cubículo 407 en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Realicé las actividades en el periodo comprendido entre el 23 de febrero de 2024 al 23 de septiembre del 2024.

El estudio de las propiedades ópticas de células biológicas, como los osteoblastos [1], los linfocitos [2], y los eritrocitos [3], es fundamental para aplicaciones médicas, incluyendo el diagnóstico de enfermedades y el desarrollo de terapias ópticas. En particular, los eritrocitos, debido a su forma discoide cóncava y la ausencia de núcleo, pueden modelarse como estructuras homogéneas [4]. Para su análisis, se han utilizado modelos como óvalos de Cassini [4] o funciones en coordenadas esféricas [5], aunque un enfoque simplificado es representarlos como elipsoides oblatos.

Durante mi servicio social, analicé la convergencia y propiedades físicas de la respuesta óptica de elipsoides de diferentes materiales (oro, plata, aluminio, bismuto y óxido de magnesio) y tamaños dentro de la nanoescala, por medio de las secciones transversales de esparcimiento, absorción y extinción, bajo la aproximación cuasi-estática como un modelo simplificado de eritrocitos sanos. Para ello, comencé estudiando la solución a las ecuaciones de Maxwell con condiciones de contorno esféricas, conocida como teoría de Mie [6]. Posteriormente, analicé la solución analítica del problema de esparcimiento de luz por partículas elipsoidales arbitrarias en la aproximación cuasiestática, estudiando las secciones transversales de extinción, absorción y esparcimiento. Finalmente, estudié el comportamiento del esparcimiento de luz por un elipsoide centrado en el origen dentro de este mismo régimen.

Como resultados, calculé las secciones transversales de absorción, esparcimiento y extinción, bajo la aproximación cuasiestática, para partículas elipsoidales oblatas, empleando el modelo de Drude para el aluminio [7] y datos experimentales para la plata [8], el oro [8], el bismuto [9] y el óxido de magnesio [10]. Encontré que en el límite cuasiestático, la absorción es la contribución predominante en la extinción, mientras que el esparcimiento resulta despreciable. Para materiales que siguen el modelo de Drude, identifiqué dos resonancias plasmónicas asociadas a la iluminación en distintas direcciones del elipsoide. En contraste, en materiales que no se ajustan al modelo de Drude, el aumento en la extinción se explica mediante el modelo de Lorentz. Finalmente, para las partículas de óxido de magnesio, observé que la sección transversal de extinción aumenta con la energía, lo que se atribuye a su naturaleza dieléctrica.

En las siguientes páginas adjunto un reporte en extenso del estudio realizado durante mi servicio social que aborda de manera detallada el problema mencionado en este informe.

Dana Larissa Luna González

Estudiante de Física Biomédica

No. de cuenta: 421122680

Tel.: 776 101 4262

dana.larissalg@ciencias.unam.mx

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. Monte, A. Barbosa, and N. M. Ferreira, “Optical properties on bone analysis: an approach to biomaterials,” in *Proceedings*, vol. 27, p. 36, MDPI, 2019. Issue: 1.
- [2] J. Yoon, Y. Jo, M.-h. Kim, K. Kim, S. Lee, S.-J. Kang, and Y. Park, “Identification of non-activated lymphocytes using three-dimensional refractive index tomography and machine learning,” *Scientific reports*, vol. 7, no. 1, p. 6654, 2017. Publisher: Nature Publishing Group UK London.
- [3] N. Bosschaart, G. J. Edelman, M. C. G. Aalders, T. G. Van Leeuwen, and D. J. Faber, “A literature review and novel theoretical approach on the optical properties of whole blood,” *Lasers in Medical Science*, vol. 29, pp. 453–479, Mar. 2014.
- [4] E. Eremina, J. Hellmers, Y. Eremin, and T. Wriedt, “Different shape models for erythrocyte: Light scattering analysis based on the discrete sources method,” *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, vol. 102, no. 1, pp. 3–10, 2006. Publisher: Elsevier.
- [5] A. G. Borovoi, E. I. Naats, and U. G. Oppel, “Scattering of light by a red blood cell,” *Journal of biomedical optics*, vol. 3, no. 3, pp. 364–372, 1998. Publisher: SPIE.
- [6] C. F. Bohren and D. R. Huffman, *Absorption and scattering of light by small particles*. John Wiley & Sons, 2008.
- [7] S. A. Maier, “Plasmonics: Fundamentals and Applications,” 2007.
- [8] P. B. Johnson and R. W. Christy, “Optical Constants of the Noble Metals,” *Physical Review B*, vol. 6, pp. 4370–4379, Dec. 1972.
- [9] H.-J. Hagemann, W. Gudat, and C. Kunz, “Optical constants from the far infrared to the x-ray region: Mg, Al, Cu, Ag, Au, Bi, C, and Al₂O₃,” *JOSA*, vol. 65, no. 6, pp. 742–744, 1975. Publisher: Optica Publishing Group.
- [10] R. E. Stephens and I. H. Malitson, “Index of refraction of magnesium oxide,” *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, vol. 49, no. 4, pp. 249–252, 1952. Publisher: National Institute of Standards and Technology (NIST).