

¿Te imaginas cómo sería un láser nano?

Autores: Suani Mercedes Reyes Cabrera. Estudiante de la Licenciatura de Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla y Leslie Naian Ramos Domínguez. Estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior Universitario en Nanotecnología Área Materiales en la Universidad Tecnológica de Altamira

Los láseres han tenido un gran impacto en la sociedad desde su integración en la tecnología, con un gran potencial y múltiples aplicaciones en diversos campos. El término Láser, hace alusión al acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación). La idea fue introducida por primera vez en 1916 por Albert Einstein, quien predijo que un rayo de luz podría estimular átomos para que éstos emitieran aún más haces con la misma longitud de onda. Sin embargo, su propuesta fue sólo teoría por décadas, hasta finales de los 50s e inicio de los 60s. Después de una carrera entre laboratorios en búsqueda de una patente a contrarreloj, en mayo de 1960, Theodore Maiman hizo funcionar el primer láser (AIP, n.d.).

Un láser emite un rayo de luz intenso, coherente y monocromático. Para que se den estas características son necesarios dos componentes: una cavidad óptica que permita la resonancia de los fotones (las partículas que componen la luz) y un medio que amplifique dicha resonancia. Llevar un láser como el anterior a escala nanométrica es imposible debido al límite de resolución por difracción de la luz. Las longitudes de onda de la luz visible están en un rango de entre 300 nm y 800 nm, mientras que la cavidad óptica más pequeña tiene un tamaño de unos cientos de nanómetros (García-Vidal, F. J., y Moreno, E., 2009). Además en definición, para ser considerado nanotecnología se debe estar entre 1 nm y 100 nm. En 2003, Mark Stockman y David Bergman propusieron los spasers como fuente de energía óptica para áreas nanométricas, una herramienta similar a un láser pero factible a la nanoescala. *Surface Plasmon Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (amplificación de plasmones superficiales por emisión estimulada) o spasers, es el análogo a un láser convencional. Éste utiliza electrones en una cavidad metálica en lugar de fotones, pues en la nanoescala, los campos ópticos están compuestos prácticamente de oscilaciones eléctricas a frecuencias ópticas y el efecto del campo eléctrico es tan pequeño que es despreciable. Es decir, la longitud de onda de los electrones es menor y al resonar en una superficie de metal (plata, oro, platino, aluminio o metales alcalinos) producen plasmones superficiales. Éstos oscilan y generan ondas electromagnéticas que están fuertemente localizadas sobre la superficie (Stockman, M. I., 2008). En un spaser, los plasmones superficiales son equivalentes a los fotones en un láser, y una nanopartícula funge el rol de la cavidad óptica de resonancia.

Uno de los modelos prácticos propuestos para el spaser consiste en nanopartículas de oro de 14 nm de diámetro encapsuladas en esferas de sílice de 44 nm de diámetro. En este modelo, propuesto en 2009, los plasmones se propagan en el núcleo (nanopartícula de oro) y después por la esfera de sílice produciendo ondas de luz láser visible con una longitud de onda de 531 nm. Otro modelo, también propuesto en 2009, consiste en un nanohilo semiconductor de sulfuro de cadmio de

25 nm de diámetro y un espejo de plata. Estos dos están separados por un aislante de 5 nm de grosor y las ondas producidas tienen una longitud de 489 nm (Azzam, S.I. , et al., 2020).

A pesar de los resultados que se han reportado y de los avances hechos en la última década, aún hay una serie de obstáculos que superar antes de que los spasers tengan aplicaciones prácticas. Por sus características las aplicaciones que se le den tanto en la ciencia como en la ingeniería serán de gran valor. Creemos que los resultados que traerán futuras investigaciones serán un parteaguas en nuestro entendimiento sobre la interacción entre luz, plasmones y materia. En unos años, quizá los spasers sean tan importantes para la nano óptica como el láser lo ha sido para la óptica moderna.

Referencias

- [1] American Institute of Physics. (n.d.). *Bright Idea: The First Lasers*. <https://history.aip.org/web-exhibits/laser/#section1>
- [2] Azzam, S. I., Kildishev, A. V., Ma, R.-M., Ning, C.-Z., Oulton, R., Shalaev, V. M., Stockman, M. I., Xu, J.-L., & Zhang, X. (2020). Ten years of spasers and plasmonic nanolasers. *Light: Science & Applications*, 9, 90. <https://doi.org/10.1038/s41377-020-0319-7>
- [3] Garcia-Vidal, F. J., & Moreno, E. (2009). Lasers go nano. *Nature*, 461(7264), 604–605. <https://doi.org/10.1038/461604a>
- [4] Stockman, M. I. (2008). Spasers explained. *Nature Photonics*, 2(6), 327–329. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2008.85>

Acerca de los autores:

Suani Mercedes Reyes Cabrera. Estudiante de la Licenciatura de Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Actualmente está llevando a cabo una investigación, mediante Programa de Honores, sobre el estudio de la actividad anticancerígena, antibiótica, antiinflamatoria, insecticida y herbicida de extractos de plantas con el Dr. Luis Ricardo Hernández. También es miembro activo de la organización estudiantil Trífida, grupo de Astronomía enfocado en la difusión de la ciencia. suani.reyesca@udlap.mx

Leslie Naian Ramos Domínguez. Estudiante de 4to cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior Universitario en Nanotecnología Área Materiales en la Universidad Tecnológica de Altamira. Participe en el 7mo Congreso de NANOCYTEC 2019 y en el IV Seminario Regional de Materiales Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Actualmente colaborando en proyectos de divulgación científica y capacitándose en el curso de “Conceptos físicos para la Nanotecnología” impartido por Discience Ecuador. 491911033@utaltamira.edu.mx

Tags: Spaser, Láser, Plasmón, Nanoláser plasmónico, Superficies plasmónicas, Leslie Naian Ramos Domínguez, Suani Mercedes Reyes Cabrera