

# Uso potencial de nanopartículas de oro en terapia fototérmica y fotodinámica

Juan Carlos Cruz Rodríguez<sup>1,a,\*</sup>, Miguel Ángel Camacho López<sup>2,b,\*</sup>, Eugenio Torres García<sup>3,c</sup>, Nallely Patricia Jiménez Mancilla<sup>4,d</sup>, Liliana Aranda Lara<sup>1,e</sup>, Enrique Morales Ávila<sup>5,f</sup>, Keila Isaac Olivé<sup>1,g,\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de investigación en Teranóstica, Facultad de Medicina, UAEMéx, Toluca, 50180, México; <sup>2</sup>Laboratorio de Fotomedicina, Biofotónica y Espectroscopía Láser de Pulsos Ultracortos, UAEMéx, Toluca, 50180, México; <sup>3</sup>Laboratorio de Dosimetría y Simulación Monte Carlo, UAEMéx, Toluca, 50180, México; <sup>4</sup>Cátedra CONACyT, Laboratorio Nacional de Investigación en Radiofármacos (LANIDER-CONACyT), ININ, Ocoyoacac, 52750, México; <sup>5</sup>Laboratorio de Investigación Farmacia, Facultad de Química, UAEMéx, Toluca 50180, México.

<sup>a</sup>juancarlos-cr@ciencias.unam.mx, <sup>b</sup>macamachol@uaemex.mx, <sup>c</sup>etorresg@uaemex.mx, <sup>d</sup>nallely.jimenez@inin.gob.mx, <sup>e</sup>larandal@uaemex.mx, <sup>f</sup>emoralessav@uaemex.mx, <sup>g</sup>kisaco@uaemex.mx.

Link de acceso a reunión de dudas: [https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting\\_MDUIYjZmZmUtMjM4MC00OGMILTgZDMtMDFjMzBmNGRIYmVi%40thread.v2/0?context=%7b%22id%22%3a%22a9e17f9e-90be-41d0-84eb-6a48e9fec0%22%2c%22oid%22%3a%229caa8323-3411-4087-afb0-583dd07892e9%22%7d](https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_MDUIYjZmZmUtMjM4MC00OGMILTgZDMtMDFjMzBmNGRIYmVi%40thread.v2/0?context=%7b%22id%22%3a%22a9e17f9e-90be-41d0-84eb-6a48e9fec0%22%2c%22oid%22%3a%229caa8323-3411-4087-afb0-583dd07892e9%22%7d)

## RESUMEN

Se estudió la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y calor al irradiar nanopartículas de oro (AuNP) esféricas de 5 nm de diámetro. Se irradió con luz láser pulsada de 532 y 1064 nm. Se observó una producción de ROS y aumento de temperatura en el medio al darse la interacción entre la luz y las AuNP. Concluyendo que éstas pueden ser utilizadas para impartir terapia fototérmica (PTT) y fotodinámica (PDT).

## INTRODUCCIÓN

Las AuNP presentan una eficiencia superior a los agentes fototérmicos comunes en la PTT, debido a la resonancia de plasmón de superficie localizada (LSPR). Además, han mostrado ser capaces de producir ROS, teniendo un gran potencial en la PDT (figura 1) (1). En este trabajo las AuNP se irradiaron con luz láser pulsada de 532 nm, longitud de onda cercana a la banda del LSPR de éstas. Sin embargo, esta luz es fuertemente absorbida por el tejido humano, por lo que también se irradió con luz de 1064 nm que es menos absorbida y el efecto combinado de dos fotones de esta longitud de onda puede ser el mismo que el causado por un fotón de 532 nm (2).

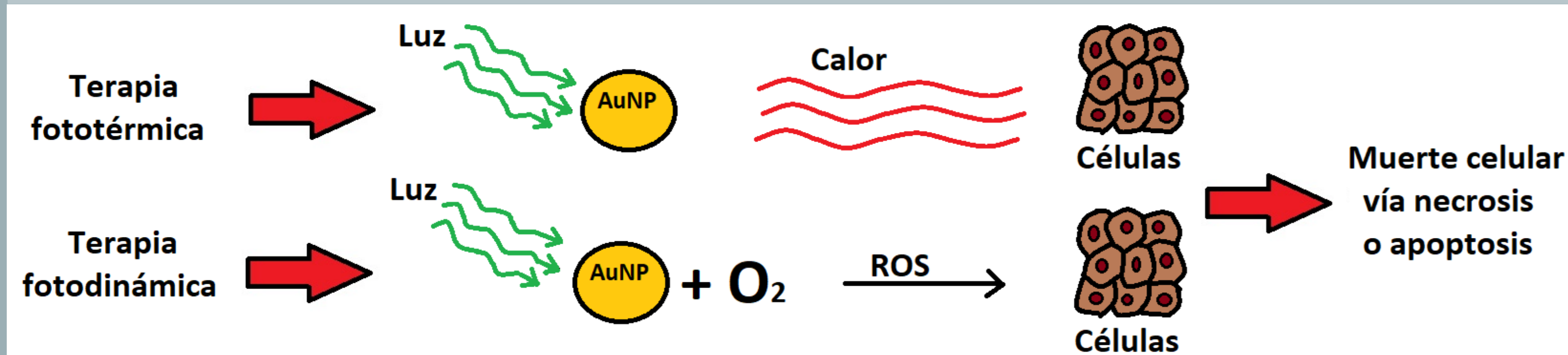


Figura 1. Diagrama de la dinámica de la terapia fototérmica (PTT) y terapia fotodinámica (PDT).

## OBJETIVOS

Determinar la producción de especies reactivas de oxígeno y el incremento de temperatura al irradiar AuNP de 5 nm, estabilizadas en citrato (medio hidrofílico) y funcionalizadas con dodecanotiol (medio hidrofóbico), con láser pulsado de 532 nm y 1064 nm.

## METODOLOGÍA

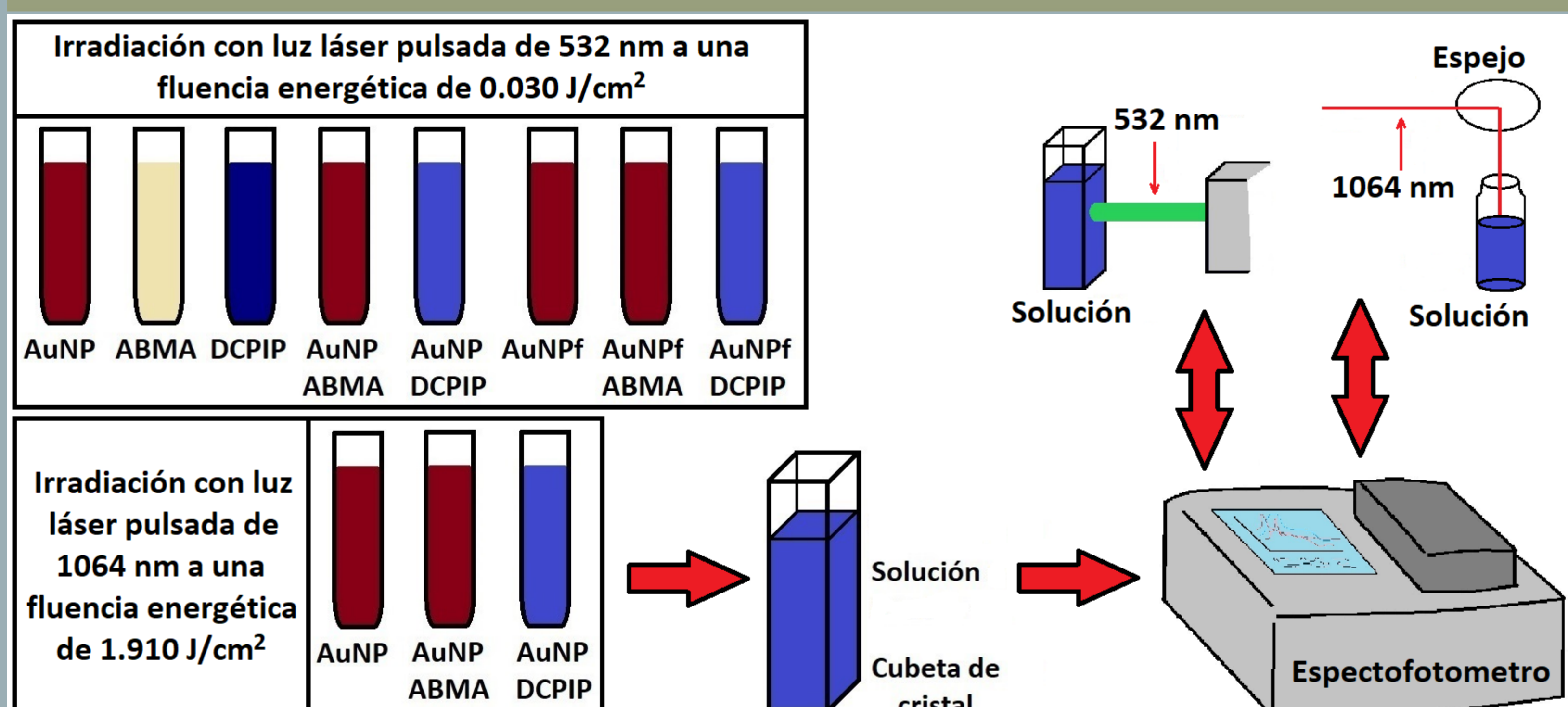


Figura 2. Esquema de proceso de irradiación de las diferentes soluciones (2 ml) para determinar la producción de ROS al interactuar luz láser pulsada de 532 y 1064 nm con AuNP. ABMA es un indicador de la producción de <sup>1</sup>O<sub>2</sub>\* y el DCPIP de la producción de O<sub>2</sub><sup>-</sup>, OH\* y otras especies oxidantes.

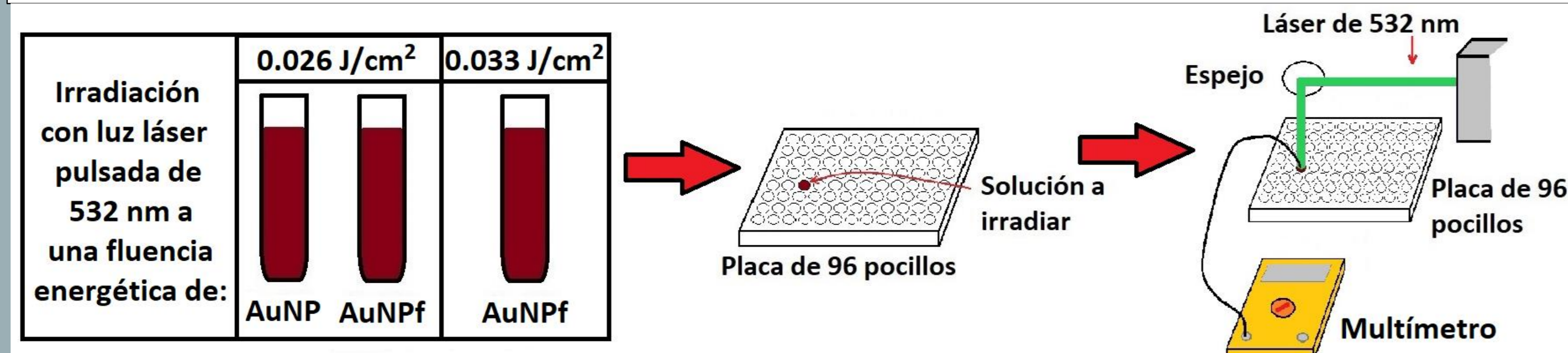


Figura 3. Esquema de proceso de irradiación de las diferentes soluciones (0.3 ml) para determinar el incremento de temperatura al interactuar luz láser pulsada de 532 nm con AuNP.

## RESULTADOS

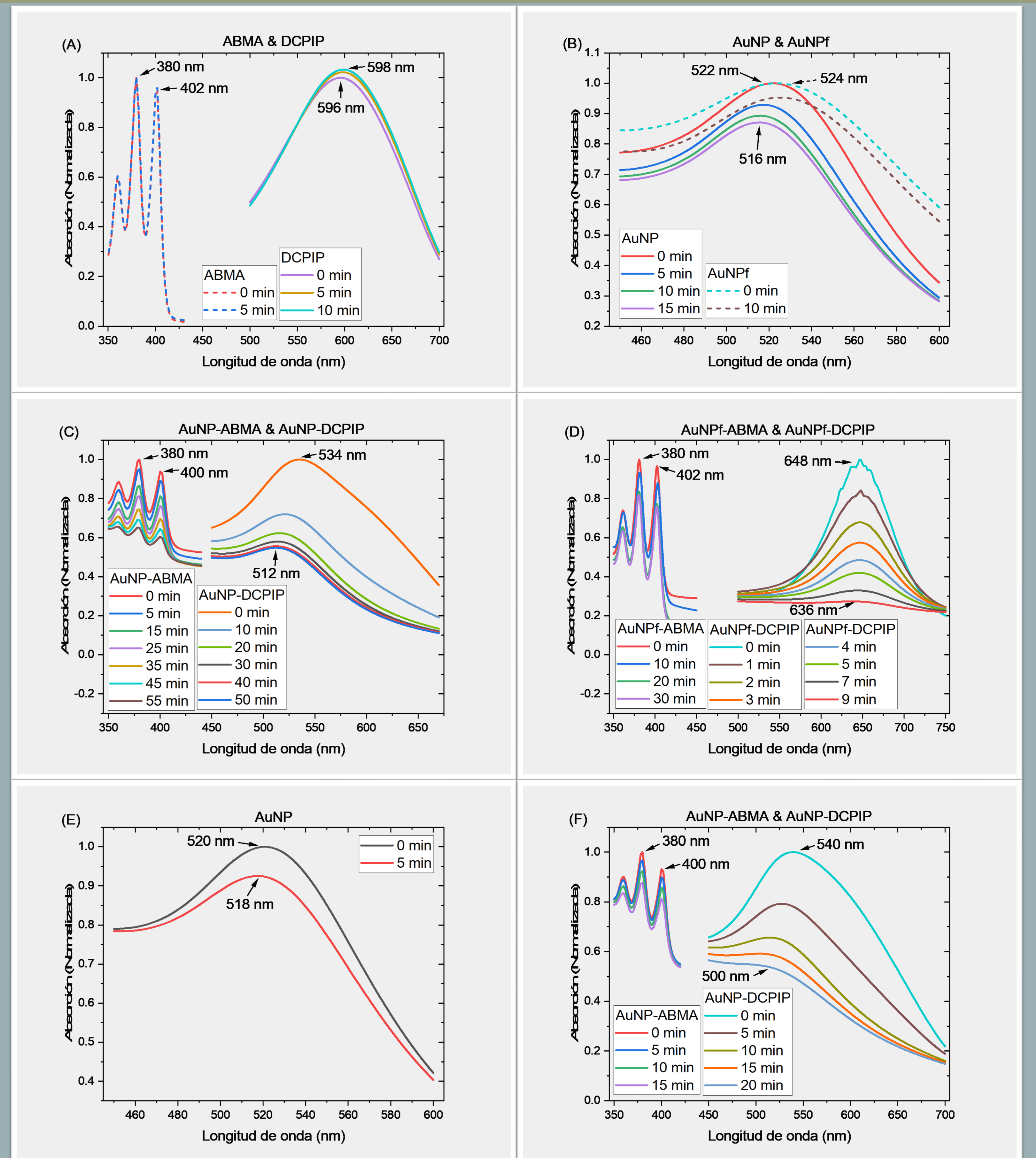


Figura 4. Espectro de absorción de soluciones irradiadas con luz de 532 nm: (A) 9,10-antraceno-diil-bis metileno dimalónico (ABMA) & 2-6-diclorofenolindofenol (DCPIP), (B) nanopartículas de oro de 5 nm en citrato (AuNP) & funcionalizadas con dodecanotiol (AuNPf), (C) AuNP-ABMA & AuNP-DCPIP, (D) AuNPf-ABMA & AuNPf-DCPIP. Espectro de absorción de soluciones irradiadas con luz de 1064 nm: (E) AuNP, (F) AuNP-ABMA & AuNP-DCPIP.

- En la figura 4-A vemos que los compuestos ABMA y DCPIP no interactúan con el láser ya que sus espectros de absorción no cambian conforme aumenta el tiempo de irradiación.
- En las figuras 4-B y 4-E vemos que el máximo de absorción de las AuNP y AuNPf se ve degradado y desplazado, ya que estas posiblemente se fragmentan debido a su interacción con el láser.
- En las figuras 4-C, 4-D y 4-F los máximos característicos del ABMA y DCPIP se ven degradados, lo cual indica presencia de ROS, generadas por la interacción entre la luz láser y las AuNP y AuNPf.
- En los experimentos de temperatura, para la fluencia de 0.026 J/cm<sup>2</sup> la temperatura aumento 5 °C en 15 min. Para 0.033 J/cm<sup>2</sup>, el aumento fue de 10 °C en 5 min.

## CONCLUSIONES

Las nanoestructuras de oro de 5 nm son capaces de producir ROS y/o calor al interactuar con luz láser de 532 y 1064 nm, por lo que pueden ser utilizadas para impartir PTT y PDT.

## REFERENCIAS

- 1) Elahi N. et al. Recent biomedical applications of gold nanoparticles: A review. Talanta Elsevier B.V. 184(2018):537-56.
- 2) Shen Y. et al. Two-photon excitation nanoparticles for photodynamic therapy. Chemical Society Reviews. 45(2016):6725-41.

Agradecimientos: CONACyT por la beca otorgada a Juan Carlos Cruz Rodríguez a través del programa de Maestría en Física Médica. A la Universidad Autónoma del Estado de México por financiamiento otorgado a través del proyecto de investigación 6495/2022CIB.