



Universidad
Continental

VII Encuentro Científico Continental

15 y
16/09

Auditorio UC

Caracterización por espectroscopia fotoacústica de nanopartículas de oro producidas por ablación láser pulsado

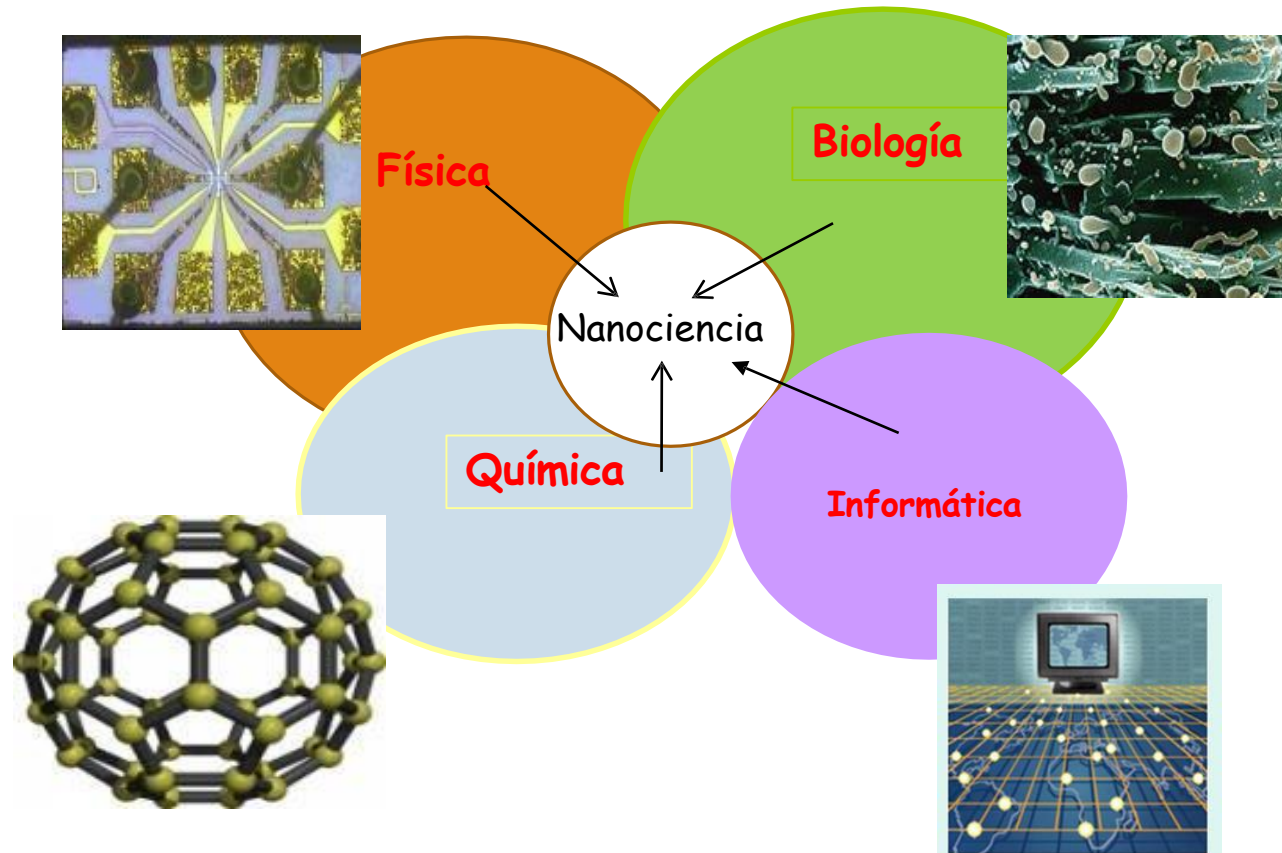
Jesus Manuel Rivera

Universidad Nacional de Huancavelica

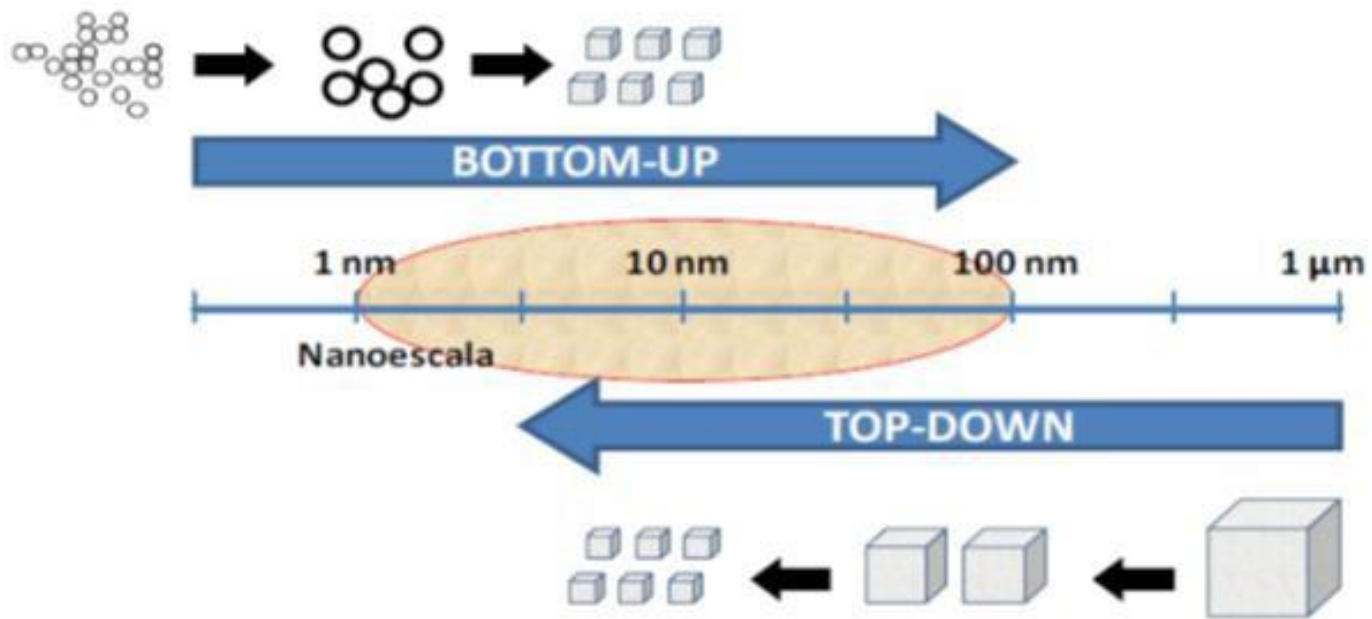
Introducción

La Nanotecnología es una disciplina emergente, con carácter multidisciplinario y una gran relevancia científica y tecnológica, cuyo objetivo es el control del comportamiento y la estructura fundamental de la materia a nivel atómico y molecular. Esta disciplina abre las puertas a la comprensión de nuevos fenómenos y al descubrimiento de nuevas propiedades susceptibles de ser utilizables a escala macroscópica y microscópica.

La **NANOTECNOLOGÍA** constituye un ensamblaje interdisciplinario de **varios** campos de las ciencias naturales que están altamente especializados.



MÉTODO QUÍMICO

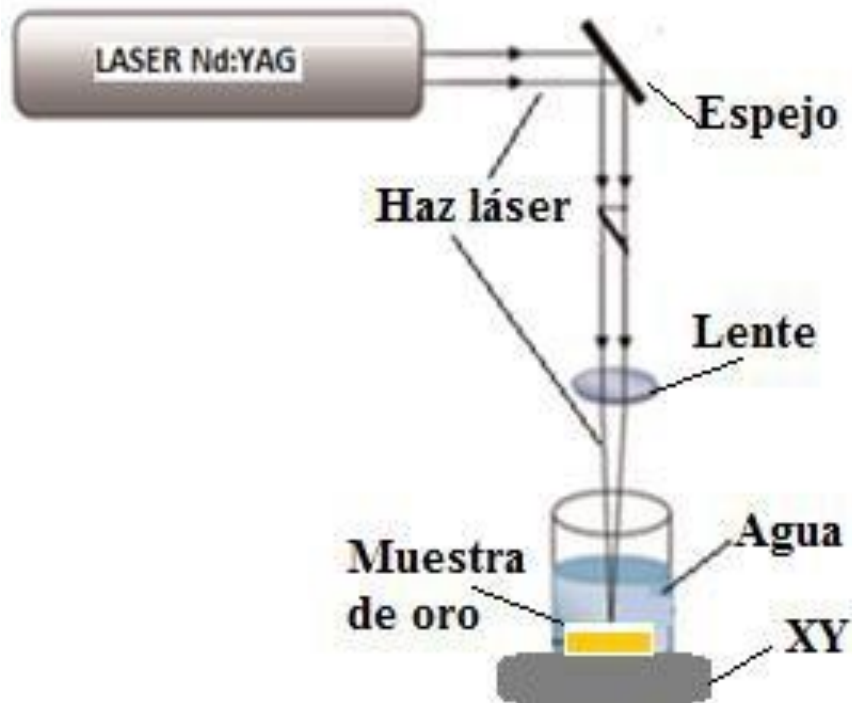


MÉTODO FÍSICO

Técnicas de síntesis de nanomateriales. Adaptado de Roucoux, A., et al., (2002).

Objetivo

El propósito principal de esta investigación fue determinar experimentalmente la relación entre la amplitud de la señal fotoacústica (PA) y la concentración de coloides con Nps-Au obtenidos mediante la técnica PLAL de una lámina de oro en agua ultrapura.



Esquema para producir coloides con Nps-Au por la técnica PLAL

Material y métodos:

OBJETO DE ESTUDIO

Coloides con nanopartículas de oro obtenidos por ablación láser pulsada de una lámina de oro en agua ultrapura y la relación entre su concentración y la respuesta radiación fotoacústica inducida por láser pulsada.



Para la síntesis de los coloides con nanopartículas de oro; se utilizó:

- Láser de Nd: YAG Brilliant de Quantel, con longitud de onda de 1064 nm, 5 ns de duración del pulso, frecuencia de repetición de 10 Hz.
- Lente convergente de 100 mm de distancia focal.
- Espejo de alta reflectancia para radiación láser pulsada de alta energía IR y visible.
- Blanco de oro de 24 quilates y dimensiones 15.00 mm x 16.00 mm x 1 mm.
- 20 ml de agua ultrapura.
- Lentes de protección para radiación láser infrarroja.
- Dispositivo giratorio sobre el cual se fija el vaso de precipitado. Este mecanismo evita la ablación en una misma zona del blanco.

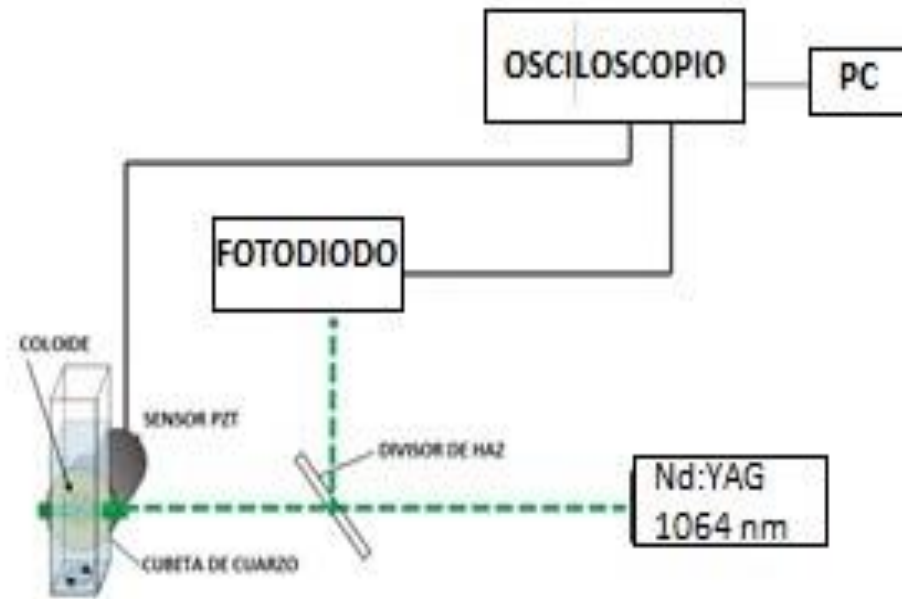
Para la detección de las señales fotoacústicas de los coloides con nanopartículas de oro se utilizó:

- Láser de Nd: YAG Brilliant de Quantel, con longitud de onda 1064 nm, 10 ns de duración del pulso, frecuencia de repetición de 10 Hz.
- Osciloscopio digital Tektronix DPO 3054 de 500 MHz, 2.5 GS/s y de cuatro canales.
- Computadora personal HP 450 Intel Core i3.
- Sensor piezoeléctrico de 254 KHz de frecuencia de resonancia (PZT), adherido a la cubeta de cuarzo, para detectar las señales fotoacústicas.
- Fotodiodo de respuesta rápida.
- Lámina de vidrio de 76 x 26 x 1 mm³, la cual se utilizó para dividir el haz láser en dos componentes. Un componente se dirige al fotodiodo y el otro se dirige a la cubeta de cuarzo que contiene al coloide.
- Lentes de protección para radiación láser verde (532 nm).

MÉTODOS Y TÉCNICAS

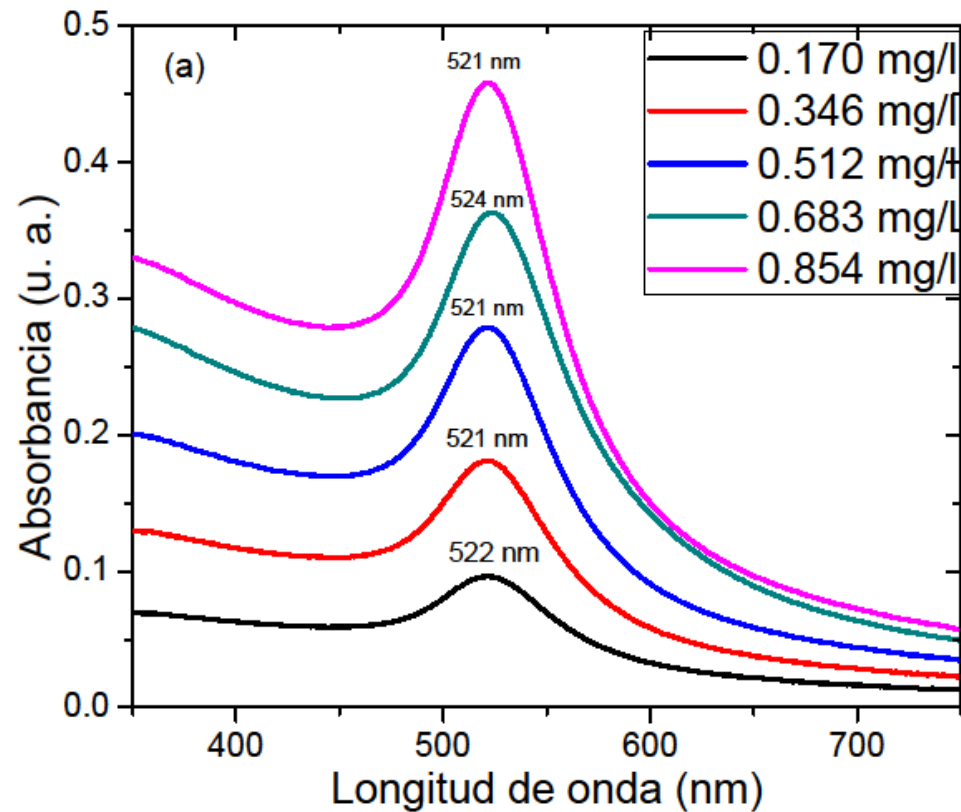
El procedimiento seguido se ha dividido en dos partes,

- primero la síntesis de Nps-Au y
- luego la caracterización de los coloides mediante las técnicas de espectroscopia óptica UV-Vis y fotoacústica pulsada.



Esquema experimental para la detección de las señales fotoacústicas de los coloides de Nps-Au.

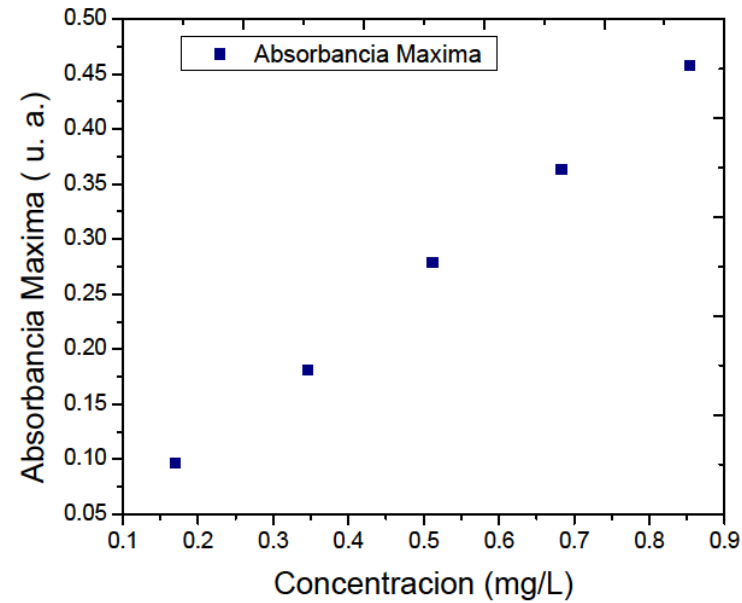
Resultados



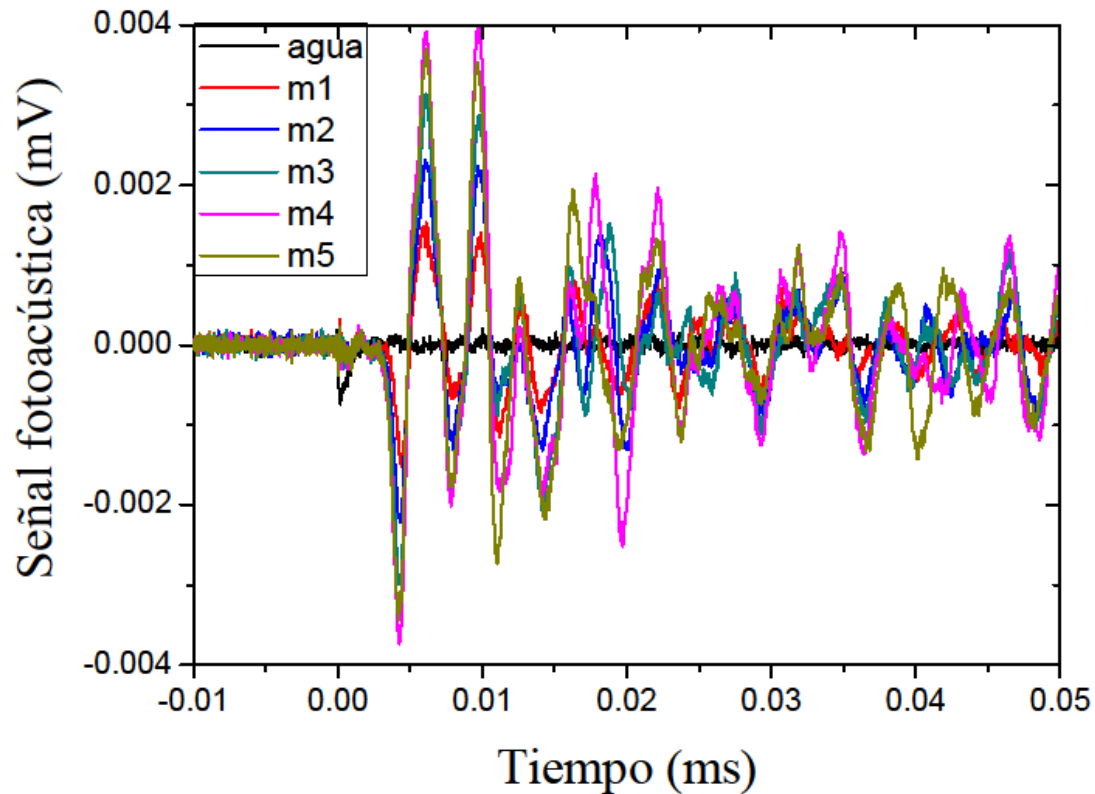
Espectros de absorción de muestras producidas por la técnica PLAL utilizando un láser Nd:YAG de 1064 nm de longitud de onda durante 10 minutos.

Tabla N° 1. Parámetros principales de los espectros de absorción de las Nps-Au, obtenidas con el Espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 750. El pico máximo del espectro relacionado con la Resonancia Superficial de los Plasmones Localizados (SPR), densidad óptica y el ancho de banda (FWHM), son las características principales de los espectros de absorción. Estas están relacionadas con la concentración y morfología de las nanopartículas.

CONCENTRACIÓN (mg/L)	PICO MAXIMO (nm)	DENSIDAD ÓPTICA (cm ⁻¹)	FWHM (nm)
0.170	520	0.0346	44
0.346	521	0.0683	45
0.512	522	0.1067	45
0.683	524	0.1350	47
0.854	524	0.1725	44



Absorbancia máxima de los coloides con Nps-Au en función de su concentración. La relación es lineal.



Respuesta PA de los coloides con Nps-Au en función del tiempo, para diferentes concentraciones con 0.5 mJ/pulso de energía y que fueron detectados utilizando sensores piezoeléctrico con respuesta de 254 KHz. Nótese que la amplitud fotoacústica aumenta gradualmente en función de la concentración.

Discusión

El objetivo fundamental del presente trabajo consistió en obtener la respuesta fotoacústica de los coloides con Nps-Au en agua ultrapura; obtenidos por la técnica de ablación láser pulsado. Obtuvimos las Nps-Au en agua ultrapura, con un máximo de absorción de 522 nm y que está relacionada con la (RSP). Amendola y Meneghetti (2009) reporta un pico de plasmón para el oro a 520 nm, utilizando agua, lo que es concordante con nuestro resultado. Elsayed et al., (2013) observó un cambio significativo en la distribución del tamaño de las Nps-Au durante la variación de las condiciones de focalización que se centran en la interfaz agua-oro. Por lo tanto los objetivos de la investigación se lograron porque las condiciones como el medio líquido utilizado y la focalización se han tenido en cuenta tanto para la producción como para la caracterización.

Conclusiones

En base a los resultados anteriores, se comprueba que la PA es una herramienta capaz de detectar el cambio en la concentración de las Nps-Au en el coloide. El hecho de que el fundamento de la fotoacústica sea el estudio de los parámetros termoelásticos le confiere un carácter complementario con otras técnicas frecuentemente usadas para tal fin. La técnica PLAL fue útil para obtener Nps-Au, del mismo modo la PA, nos permite obtener información respecto de la concentración de las Nps-Au en el coloide. La PA está relacionada linealmente con la concentración evidenciando que a mayor concentración la respuesta fotoacústica es mayor. La Fig. 5, muestran el espectro de absorción de las Nps-Au y su resonancia del plasmón de superficie (SPR) centrada a 522 nm, característica de las nanopartículas esféricas de oro.

Referencias bibliográficas

- AKINORI TAKAMI, HIDEAKI KURITA, AND SEIICHIRO KODA (1999). **Laser-Induced Size Reduction of Noble Metal Particles.** *Department of Chemical System Engineering, School of Engineering, The University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan.*
- ALBA, J. 2013. **Estudio de la Ablación Láser mediante la Fotoacústica Pulsada: Síntesis de Nanopartículas.** Tesis de Maestría en la Universidad de Guanajuato, México. 1-74.
- AMENDOLA, V., & MENEGHETTI, M. (2013). **What controls the composition and the structure of nanomaterials generated by laser ablation in liquid solution?** *Physical Chemistry Chemical Physics*, 15(9), 3027-3046.
- AMENDOLA, V., AND MENEGHETTI, M. 2009. **Laser ablation synthesis in solution and size manipulation of noble metal nanoparticles.** *Phys. Chem. Phys.*, 11. 3805-3821.

- BAYER, C. L., NAM, S. Y., CHEN, Y. S., & EMELIANOV, S. Y. (2013). **Photoacoustic signal amplification through plasmonic nanoparticle aggregation.** *Journal of biomedical optics*, 18(1), 016001.
- CASTAÑEDA GUZMÁN, R., VILLAGRÁN MUNIZ, M., & SANIGER BLESA, J. M. (1999). **Detención fotoacústica de transiciones de fase en cerámicas ferroeléctricas.** *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 38(5), 439-442.
- DELL'AGLIO, M., GAUDIUSO, R., DE PASCALE, O., & DE GIACOMO, A. (2015). **Mechanisms and processes of pulsed laser ablation in liquids during nanoparticle production.** *Applied Surface Science*.
- ELSAYED, K. A., H. IMAM, M. A. AHMED, AND R. RAMADAN, (2013). **Effect of focusing conditions and laser parameters on the fabrication of gold nanoparticles via laser ablation in liquid,** *Optics and Laser Technology*, vol. 45, issue 1, pp. 495 – 502.

GRACIAS

Jesus Manuel Rivera Esteban

jriveraesteban@hotmail.com
jgiancolli.61@gmail.com