

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El Posgrado contempla las líneas de investigación que desarrollan los profesores investigadores de los cuerpos académicos que actualmente lo atienden. Las líneas a que se hace referencia y que pertenecen a las áreas de investigación se describen a continuación.

a. Química Supramolecular

b. Química de Polímeros

c. Semiconductores Inorgánicos

Estado Sólido

Luminiscencia Estimulada en Sólidos

d. Nanomateriales

a. Química Supramolecular

La química supramolecular, la cual puede definirse como la “química que va más allá de la molécula”, comprende el estudio de las entidades moleculares que resultan de la asociación de dos o más especies químicas unidas mediante interacciones no covalentes. Considerando que la base del funcionamiento de los sistemas biológicos es la química supramolecular, las investigaciones sobre esta nueva área de la química han pasado al centro de interés de la ciencia. La posibilidad de alcanzar la alta eficiencia y la marcada selectividad que caracterizan a procesos bioquímicos tales como la catálisis enzimática, la inducción de señales por neurotransmisores, las reacciones antígeno–anticuerpo, y la actividad hormonal, entre otras, han llevado a considerar a la química supramolecular como una importante frontera intelectual y tecnológica.

En particular, dentro de esta línea de investigación, el principal énfasis en el DIPM, ha sido el diseño y síntesis de receptores artificiales que tengan la capacidad de imitar las propiedades de los sistemas bioquímicos señaladas en el párrafo anterior. En Ciencia de Materiales, la síntesis y caracterización de receptores artificiales es fundamental para la generación de toda una serie de nuevos materiales con aplicaciones potenciales de gran interés tanto a nivel académico como industrial. El desarrollo de sensores moleculares con sensibilidad sin precedente, de nuevos procedimientos analíticos y de diagnóstico, de fases selectivas para afinidad cromatográfica, de análogos enzimáticos para catálisis, y el diseño de fármacos novedosos, son sólo algunos ejemplos de las perspectivas tecnológicas generadas a partir de las investigaciones sobre receptores artificiales.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Blanca A. Durazo-Bustamante, Reina Vianey Quevedo-Robles, Motomichi Inoue, Jose-Zeferino Ramirez, Hisila Santacruz, Rosa Elena Navarro, Lorena Machi. “New DTPA-derived bis-naphthalenophanes: fluorescence, protonation, and complexation with aromatic amines”. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry* 2017, 89 (1–2), 157–166.

Luis M López-Martínez, Hisila del Carmen Santacruz, Rosa E Navarro, Motomichi Inoue, Rocío Sugich- Miranda, Javier Hernández-Paredes, Ivan Castillo, Rogerio R Sotelo-Mundo. "Synthesis and characterization of a 13-member macrocycle functionalized by tyramine arms: complexation with Cu²⁺ and antioxidant capacity". *Polyhedron* 2017, 127, 438-448.

Ana Gabriela Arvízu-Santamaría, Rosa Elena Navarro, Yedith Soberanes, Enrique F. Velázquez, Hisila Santacruz & Motomichi Inoue. "Complexation of neurotransmitters – dopamine, serotonin and melatonin – with a DTPA-based cyclophane of high rigidity: ¹H NMR shift and line-broadening". *Supramolecular Chemistry* 2017, 658-667.

Martínez-Quiroz M., Ochoa-Terán A., Aguilar-Martínez M., García-Elías J, Santacruz Ortega H, Miranda- Soto V, Pina-Luis G. "New fluorescent metal receptors based on 4,4'-carbonyl bis(carbamoylbenzoic) acid analogues with naphthalene fluorophore". *Supramolecular Chemistry* 2017, 29, 477-488.

¿Martínez-Quiroz M., Ochoa-Terán A., Pina-Luis G., Santacruz Ortega H. "Photoinduced electron transfer in N,N-bis(pyridylmethyl)naphthalenediimides: study of their potential as pH chemosensors". *Supramolecular Chemistry* 2017, 29, 32-39.

b. Química de Polímeros

El desarrollo de los procesos mediante los cuales se fabrican polímeros sintéticos ha sido, más que ningún otro factor aislado, el responsable del fantástico crecimiento de la industria química del siglo XX. Debido a sus propiedades de ligereza, resistencia, maleabilidad, entre muchas otras, los polímeros se emplean en la fabricación de innumerables productos que van desde artículos domésticos sencillos hasta materiales de alta tecnología.

La mayoría de los polímeros se caracterizan por ser muy buenos aislantes de la corriente eléctrica, cualidad que ha sido extensamente utilizada en muchos campos de la industria. Sin embargo, a principios de los años 60's fue descubierta en el poliacetileno, una nueva característica en los polímeros: algunos, bajo ciertos tratamientos químicos y/o físicos, presentan conductividad eléctrica. Desde entonces, el campo de los polímeros electroconductores se ha expandido considerablemente ya que se esperan aplicaciones muy importantes para un material que combine alta conductividad eléctrica con las propiedades tradicionales de los polímeros. Las investigaciones en este campo han hecho posible su evaluación en diferentes dispositivos tecnológicos: transmisores, estabilizadores de voltaje, baterías recargables, sensores, biosensores, etc.

El DIPM ha estado trabajando, desde 1986 a la fecha, en la síntesis y caracterización de polímeros electroconductores, como el polipirrol y la polianilina. Se han desarrollado diferentes métodos de síntesis química y de química "verde", así como de procesamiento de los polímeros preparados. Se ha trabajado también en la preparación de materiales compuestos a partir de la combinación de los polímeros sintetizados y polímeros convencionales, con la finalidad de optimizar las posibilidades de aplicación del material electroactivo. En la actualidad, se trabaja en la evaluación de este tipo de material como membranas de intercambio iónico para la recuperación de metales, la liberación controlada de fármacos, biosensores e ingeniería de tejidos.

Dentro de esta línea de investigación también se trabaja en la obtención y caracterización de membranas de nanofibras de biopolímeros utilizando la técnica de electrohilado, así como en el

estudio de su potencialidad en la liberación controlada de fármacos e ingeniería de tejidos. Paralelamente, se llevan a cabo trabajos enfocados a la síntesis y caracterización de hidrogeles basados en polímeros naturales y su posible uso en la liberación controlada de fármacos u otras sustancias químicas de importancia biológica. En el trabajo con biopolímeros se aborda la preparación de materiales compuestos usando polímeros sintéticos para mejorar las propiedades de biodegradabilidad del material resultante, con aplicaciones en el embalaje de alimentos y en la agricultura.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Salvador Rascón-Leon, María Mónica Castillo-Ortega, Irela Santos-Sauceda, Guillermo Tiburcio Munive, Dora Evelia Rodríguez-Felix, Teresa Del Castillo-Castro, et. al. "Selective adsorption of gold and silver in bromine solutions by acetate cellulose composite membranes coated with polyaniline or polypyrrole". *Polymer Bulletin* 2017, 1-25.

Teresa del Castillo Castro, María Mónica Castillo Ortega, Dora Evelia Rodríguez Félix, José Carmelo Encinas Encinas. "Functional Hydrogels in Drug Delivery: Key Features and Future Perspectives. Nanocomposite hydrogels as drug delivery". Editorial CRC Press 2017, ISBN 9781498749015.

Carrasco-Guigón F, Rodríguez-Félix D.E., Castillo-Ortega M.M., Santacruz-Ortega H, Burruel-Ibarra S.E, Encinas-Encinas J.C., et. al. "Preparation and characterization of extruded composites based on polypropylene and chitosan compatibilized with polypropylene-graft-maleic anhydride". *Materials* 2017, 10, 105.

Saul Leyva Egurrolaa, Teresa del Castillo Castro, María Mónica Castillo Ortega, José Carmelo Encinas, Pedro Jesús Herrera Franco, José Bonilla-Cruz, Tania E. Lara-Ceniceros. "Electrical, mechanical and piezoresistive properties of carbon nanotubes/polyaniline hybrid-filled polydimethylsiloxane composites". *Journal of Applied Polymer Science* 2017, 134, 44780.

Rodríguez-Núñez J.R, Domínguez-López A., Domínguez-López C., Quintana Owen P., López-Cervantes J., Sánchez-Machado D.I., Rodríguez Félix D.E., et. al. Evaluation of Physicochemical and Antifungal Properties of Polylactic Acid–Thermoplastic Starch–Chitosan Biocomposites. *Polymer - Plastics Technology and Engineering* 2017, 56, 44-54.

c. Semiconductores Inorgánicos

Los estudios sobre semiconductores son importantes debido a la amplia gama de propiedades eléctricas y estructurales especiales que presentan y por lo tanto, la gran cantidad de usos que se les da dentro de la industria electrónica. Desde el punto de vista eléctrico, los materiales pueden clasificarse por su capacidad para conducir la electricidad en aislantes, semiconductores y conductores. El grupo de los semiconductores representa el grupo más importante de los materiales utilizados en electrónica. Aún y cuando una gran cantidad de materiales semiconductores ya se utilizan en gran escala en la industria, todavía tienen una gran perspectiva de aplicación en la fabricación de nuevos dispositivos electro- ópticos para la instrumentación óptica, en la industria de la computación y en las nuevas tecnologías de aprovechamiento de la energía solar, entre otras aplicaciones.

Uno de los principales grupos de materiales semiconductores son las películas delgadas semiconductoras. La investigación que se realiza en este campo por parte del Posgrado consiste en la fabricación de películas mediante la técnica de deposición por baño químico, de sulfuros y seleniuros de cobre, cadmio, zinc, níquel y otros materiales. La técnica de baño químico para la fabricación de películas delgadas semiconductoras es, además de sencilla y económica, una técnica que permite depositar películas con áreas mucho mayores que las fabricadas mediante otras técnicas reportadas. Se han llevado a cabo investigaciones sobre las posibles aplicaciones de las películas sintetizadas, obteniéndose buenos resultados en la cuantificación de iones cobre (II) cuando las películas se emplearon como electrodos ión- selectivos y en el desarrollo de celdas solares.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Fuentes-Pérez M., Nicho M.E., Sotelo-Lerma M., Fuentes-Ríos J.L., Castrellón-Uribe J, et. al. "Influence of the FeO(OH) nanoparticles concentration in the in-situ synthesis of P3HT". *European Polymer Journal* 2018, 99, 172-179.

Martínez-Gil M., Pintor-Monroy M.I., Cota-Leal M., Cabrera-German D., Garzon-Fontecha A., Quevedo- López M.A., Sotelo-Lerma M. "Influence of annealing temperature on nickel oxide thin films grown by chemical bath deposition". *Materials Science in Semiconductor Processing* 2017, 72, 37-45.

Martínez-Alonso C., Olivos-Peralta E.U., Sotelo-Lerma M., et. al. "Purity and crystallinity of microwave synthesized antimony sulfide microrods". *Materials Chemistry and Physics* 2017, 186, 390-398.

Castelo-González O.A., Sotelo-Lerma M., García-Valenzuela J.A. "Effect of Reaction Time and Temperature on Chemical, Structural, Optical, and Photoelectrical Properties of PbS Thin Films Chemically Deposited from the Pb(OAc)₂-NaOH-TU-TEA Aqueous System". *Journal of Electronic Materials* 2017, 46, 393-400.

Coria-Monroy C.S., Sotelo-Lerma M. & Hu, H. "Influence of acid and alkaline sources on optical, structural and photovoltaic properties of CdSe nanoparticles precipitated from aqueous solution". *Frontiers of Material Science* 2016, 10, 168.

c.1 Estado Sólido

La investigación física y química de sólidos ha impulsado la búsqueda de nuevos materiales con más y mejores propiedades útiles para aplicación tecnológica. En el área del estado sólido, un campo muy activo es el estudio de sistemas de óxidos mixtos. Estos sistemas tienen particular interés debido a la gran estabilidad y a la diversidad de propiedades que pueden obtenerse por la sustitución de un ión por otro. Por ejemplo, el óxido BaTiO₃ presenta una alta resistividad eléctrica y una alta constante dieléctrica, por lo que es un buen material dieléctrico y piezoeléctrico de uso práctico, mientras que el óxido LaTiO₃ es un buen semiconductor.

Un área importante de aplicación de estos compuestos es en la conversión de energía solar a energía eléctrica, lo cual se logra mediante un dispositivo denominado celda solar.

Para la construcción de celdas solares se requieren materiales conductores y transparentes que funcionen como electrodos, para lo cual actualmente se utilizan el óxido de indio y estaño, y otros compuestos. Sin embargo, aunque los principios para la conversión de energía solar ya se encuentran bien definidos, existen varios factores que disminuyen la eficiencia en la transformación de dicha energía. La tecnología para resolver estos problemas depende de la creación de nuevos materiales.

En el DIPM se realiza investigación básica en Química del Estado Sólido para el desarrollo de nuevos materiales inorgánicos con propiedades útiles para conversión de energía solar. Particularmente se enfoca al desarrollo de materiales transparentes electroconductores, para lo cual se han sintetizado sistemas de óxidos mixtos basados en el sesquióxido de indio (In_2O_3), que es uno de los óxidos más importantes que constituyen las cerámicas electrónicas transparentes.

Además de su utilidad práctica, el In_2O_3 es un compuesto de mucho interés en el estudio de materiales debido a que posee algunas propiedades relevantes, tales como la formación de compuestos con estructuras muy diversas, además de que el ión In(III) en su estado cristalino puede presentar números de coordinación 4, 5, 6 y 8.

En estos trabajos de investigación se ha establecido la relación de fases en el sistema In_2O_3 - Ti_2O_3 - Fe_2O_3 a 1100°C en presencia de aire. En este sistema se obtuvo una nueva fase llamada Unison-X1, de fórmula $\text{In}_2\text{Ti}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$, la cual posee estructura modulada y presenta transformación de fase con la temperatura y composición. A altas temperaturas Unison-X1 presenta fase ortorrómbica, y a bajas temperaturas una fase monoclinica. También se han sintetizado alrededor de 45 nuevos compuestos a partir de reacciones de estado sólido en mezclas de diversos óxidos metálicos, los cuales son isoestructurales a Unison-X1.

Actualmente se está trabajando en el estudio de sus propiedades electroópticas y en la optimización del proceso de síntesis.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Brown, F., Jacobo-Herrera, I.E., Alvarez-Montaña, V.E., Kimizuka, N., Hirano, T., Sekine, R., Denholme, S.J., Miyakawa, N., Kudo, A., Iwase, A., Michiue, Y. "Phase relations in the pseudo ternary system In_2O_3 - TiO_2 -BO (B: Zn, Co and Ni) at 1200°C in air". *Journal of Solid State Chemistry*, 2018, 258, 865-875.

Alvarez-Montaña, V.E., Farías, M.H., Brown, F., Muñoz-Palma, I.C., Cubillas, F., Castellón-Barraza, F.F. "Phase Relations in Ternary Systems in the Subsolidus Region: Methods to Formulate Solid Solution Equations and to Find Particular Compositions". *Journal of Chemical Education*. 2017, 94, 1247-1254.

Brown F., Jacobo-Herrera, I., Alvarez-Montaña, V., Kimizuka, N., Kurashina, K., Michiue, Y., Matsuo, Y., Mori, S., Ikeda, N., Medrano, F. "Phase relations in the pseudobinary systems RAO_3 - $\text{R}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ (R: rare earth element and Y, A: Fe, Ga, Al, Cr and Mn) and syntheses of new compounds $\text{R}(\text{A}_{1-x}\text{Tix})\text{O}_{3+x/2}$ ($2/3 \leq x \leq 3/4$) at elevated temperatures in air". *Journal of Solid State Chemistry*, 2017, 251, 131-142.

c.2 Luminiscencia Estimulada en Sólidos

El uso cada vez más frecuente de diferentes fuentes de radiaciones ionizantes tanto en laboratorios de investigación científica, plantas de generación de energía eléctrica, en la industria alimentaria para aumentar la vida de anaquel de alimentos y bebidas, así como en centros médicos para exámenes de diagnóstico o terapias contra el cáncer, hace necesario el monitoreo confiable y permanente de los niveles de radiación, ya que una sobre-exposición de los seres humanos tiene riesgos para la salud, que van desde simples quemaduras, daño genético hereditario, y la muerte misma. Aún la inevitable exposición al medio ambiente, ya sea dentro de habitaciones o al aire libre implica exposición a radiaciones, por lo que es muy importante su monitoreo y control.

La dosimetría termoluminiscente es una técnica que permite la detección y monitoreo de la radiación. El fenómeno de termoluminiscencia (TL) consiste en la emisión de luz de un sólido cristalino previamente expuesto a radiación, al ser calentado. Si la cantidad de luz resulta ser una función determinable y reproducible de la dosis a la que el sólido fue expuesto, la termoluminiscencia permite la determinación de la misma si se hace la calibración adecuada. Desde que el uso de la TL como técnica para determinación de dosis (dosimetría) fue propuesto por primera vez, ha ido creciendo el interés por la síntesis de materiales que presenten TL adecuada para esta aplicación. En la actualidad, este campo sigue siendo de gran actividad ya que aunque se han patentado materiales basados en LiF y CaSO₄ (entre otros) como dosímetros comerciales, ningún material cumple con todos los diferentes requerimientos de las distintas áreas de interés.

En esta línea de investigación, el Grupo de Ingeniería Molecular (GIMM) de Materiales desarrolla semiconductores y aislantes y evalúa su potencial aplicación como detectores y dosímetros de radiación estudiando sus propiedades termoluminiscentes. Los materiales se obtienen por varios métodos (incluyendo métodos de precipitación química, estado sólido, solución en combustión, sol-gel), en diferentes formas (polvo, sólido, películas), y dimensiones (nanomateriales y micromateriales). Además, se utilizan modelos matemáticos del fenómeno de TL para extraer información de parámetros cinéticos de los niveles de energía dentro del bandgap involucrados en los mecanismos de emisión.

Las contribuciones del GIMM incluyen la propuesta original de nuevos materiales, así como la mejora en los métodos de síntesis de otros materiales.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Noto L.L., Poelman D., Orante-Barrón V.R., Swart H.C., Mathevula L.E., et. al. "Photoluminescence and thermoluminescence properties of BaGa₂O₄". *Physica B: Condensed Matter* 2017 (in press).

T. C. Hernández-Pérez, R. Bernal, C. Cruz-Vázquez, F. Brown, A. Mendoza-Córdova, Ch. J. Salas-Juárez, R. Avilés-Monreal. "Afterglow dosimetry performance of beta particle irradiated lithium zirconate" (2018), Aceptado para publicarse en *Applied Radiation and Isotopes*. Editorial: Elsevier. ISSN: 0969-8043.

Ch. J. Salas-Juárez, C. Cruz-Vázquez, R. Avilés-Monreal, R. Bernal. "Afterglow based detection and dosimetry of beta particle irradiated ZrO₂" (2018) Aceptado para publicarse en *Applied Radiation and Isotopes*. Editorial: Elsevier. ISSN: 0969-8043.

Prakhar Sengara, H.A. Borbón-Nuñez, Ch. J. Salas-Juárez, E.M. Aguilar, C. Cruz-Vázquez, R. Bernal, G.A Hirata. “ β -irradiated thermoluminescence response of nanocrystalline YAGG: Pr³⁺ for radiation dosimetry”, *Materials Research Bulletin* 90, 195-204 (2017). Editorial: Elsevier. ISSN: 0025-5408.

H. A. Borbón-Nuñez, J. L. Iriqui-Razcón, C. Cruz-Vázquez, R. Bernal, C. Furetta, V. Chernov, V. M. Castaño “Thermoluminescence kinetics parameters of ZnO exposed to beta particle irradiation”, *Journal of Materials Science* 52, 5208-5215 (2017). Editorial: Springer. ISSN: 0022-2461 (Print) 1573-4803 (Online).

Jorge Luis Iriqui Razcón, Catalina Cruz Vázquez, Rodolfo Bernal, Hugo Alejandro Borbón Nuñez, Victor Manuel Castaño “Novel ZnO:Li Phosphors for Electronics and Dosimetry Applications”, *Electronic Materials Letters* 13 (1), 25-28 (2017). Editorial: Springer. ISSN: 1738-8090 (Print Version). ISSN: 2093- 6788 (Electronic Version).

d. Nanomateriales

Los nanomateriales son aquellos donde al menos una de sus dimensiones se encuentra en el intervalo de 1 a 100 nanómetros. Esta característica les confiere propiedades diferentes de las que tienen los materiales con dimensiones macroscópicas, lo cual los hace candidatos a numerosas aplicaciones en industrias como la microelectrónica, la farmacéutica, la de biosensores, la de materiales funcionales, entre otras.

Entre los métodos de síntesis o preparación de nanomateriales se encuentran aquellos basados en sistemas autoasociativos donde las estructuras formadas por la agregación de moléculas de tensoactivo sirven como reactores químicos que controlan el crecimiento y las propiedades finales de nanopartículas y/o de películas de espesores nanométricos.

Dentro de esta línea de investigación, en el departamento se trabaja en el estudio de las propiedades fisicoquímicas de sistemas de materiales suaves como sistemas asociativos de tensoactivo, soluciones de polímeros, coloides y cristales líquidos y por otra parte, en la síntesis y la caracterización de nanopartículas de diferentes materiales metálicos y poliméricos, utilizando los sistemas asociativos de tensoactivo.

Los materiales suaves presentan una naturaleza aparentemente disímil, tienen propiedades estructurales y dinámicas comunes, intermedias entre las de los sólidos cristalinos y las de los líquidos simples. Algunas características de estos materiales se deben a su capacidad de autoensamblarse espontáneamente, lo cual ha sido explotado por la industria para hacer pinturas, plásticos, detergentes y muchos otros productos de uso cotidiano.

En los seres vivos, el autoensamblamiento produce el orden de fosfolípidos, proteínas y ácidos nucleicos que da origen a todas las estructuras celulares: membranas, citoesqueleto, ADN, etc. Estos sistemas de origen biológico son un caso particular de materiales suaves que se denomina “materiales biomoleculares”. En esta área se realiza investigación sobre biomoléculas de interés en el campo de materiales, tanto en sus aspectos físico y fisico- químico, como químico, bioquímico y biológico. Este tipo de estudios comprende desde la bioprospección de nuevos bioproductos, identificación y mejoramiento de organismos fuente de estos materiales biomoleculares, hasta la caracterización estructural y funcional de proteínas, lípidos y polisacáridos y el análisis y manipulación de ácidos nucleicos (ADN y ARN). Así mismo, se estudian las propiedades de vesículas

o liposomas formadas por mezclas de fosfolípidos, se sintetizan materiales nanoestructurados siguiendo métodos biomiméticos y se caracterizan estos materiales. Otras temas de investigación que se desarrollan y que se incluyen en esta vertiente son el estudio de propiedades interfaciales de complejos proteína-biopolímeros (ácidos nucleicos, polisacáridos, etc.) utilizando técnicas como dispersión de luz, tensión superficial, monocapas de Langmuir y microscopía de fuerza atómica. Otras metodologías utilizadas en este campo de investigación van desde HPLC, Espectrometría de Masas e Infrarrojo y NMR, hasta protocolos de PCR y secuenciación de ácidos nucleicos.

Por otro lado, en el posgrado se han estudiado sistemas de átomos y moléculas confinados como cúmulos atómicos libres y en soporte mediante programas de cómputo comerciales o de distribución gratuita. Dadas las características experimentales básicas de estos materiales, es posible resolver la ecuación de Schrödinger mediante métodos aproximados y obtener así información de sus propiedades estructurales, ópticas, electrónicas y magnéticas. Los programas computacionales resuelven las ecuaciones resultantes de dichas aproximaciones, siendo la Teoría de Funcionales de la Densidad la más exitosa hasta el momento.

En este contexto, mediante el uso de computadora y potenciales de interacción que modelen la interacción entre los átomos de los materiales, es posible simular su comportamiento mediante métodos computacionales apropiados como dinámica Molecular y/o Monte Carlo que incorporan potenciales semiempíricos para obtener estructuras de mínima energía, o incluso para modelar cúmulos atómicos colocados en soporte de diversos materiales. Esto hace más realista los resultados obtenidos, pero también más complejos computacionalmente.

Algunos ejemplos representativos de artículos científicos publicados recientemente dentro de esta línea de investigación son los siguientes:

Fleitas-Salazar N., Silva-Campa E., Pedroso-Santana S., Tanori J., et. al. "Effect of temperature on the synthesis of silver nanoparticles with polyethylene glycol: new insights into the reduction mechanism". *Journal of Nanoparticle Research* 2017, 19, 113.

Briceño Ahumada Z.C., Soltero Martínez J.F.A., Carvajal Ramos F., Maldonado A. "Rheology of the Sponge Phase of the SDS–Hexanol–Brine System". *Journal of Surfactants and Detergents* 2017, 20, 445-451.

Navarro-Badilla A., Hurtado R.B., Cortez-Valadez M., Perez-Rodriguez A., Flores-Acosta M., Maldonado- Arce A. "SDS bubbles functionalized with Gold nanoparticles and SERS applications". *Physica E: Low- Dimensional Systems and Nanostructures* 2017, 87, 93-97.

Judith Tanori, Diana Vargas-Hernández, Elisa Martínez-Barbosa, Raúl Borja-Urby, Arturo García-Bórquez, Jesús Arenas-Alatorre, Amir Maldonado. "AuCu, AgCu and AuAg Bimetallic Nanoparticles: Synthesis, Characterization and Water Remediation". *MRS Advances* 2016, 1, 2525-2530. [\[7\]](#)

Zenaida Briceño, Amir Maldonado, Marianne Impéror-Clerc, Dominique Langevin. "On the stability of foams made with surfactant bilayer phases". *Soft Matter* 2016, 12, 1459-1467.