

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



Agosto 2019



SECRETARÍA  
DE EDUCACIÓN

Créditos

Editores

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes

## **Comité Organizador**

**Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca**

Rectora

**Dr. Aurelio Domínguez González**

Secretario Académico

**Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña**

Directora de Investigación y Posgrado

**M. en A. Raúl Iturralde Olvera**

Director General CONCYTEQ

**Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes**

Coordinadora del Área Sociales y Humanidades, Dirección de Investigación y Posgrado

**Dra. Tércia Cesária Réis de Souza**

Coordinadora del Área Ciencias Naturales y Exactas, Dirección de Investigación y Posgrado

**M. en GIC. Karina Villarauz Camargo**

Coordinadora de Difusión y Enlace, Dirección de Investigación y Posgrado

## **Apoyo logístico**

MATI. Maura Jarubi Chávez López

Auxiliar en Coordinación

C. Luz María Santillán Guardiola

Auxiliar en Coordinación

## INTRODUCCIÓN

La investigación es uno de los motores que permite el desarrollo, debido, entre otras cuestiones, a que a través de ésta se pueden enfrentar y resolver problemas en diversos ámbitos. Aunado a lo anterior, la investigación es una de las funciones sustantivas de las Instituciones de Educación Superior, es por lo anterior que en la Universidad Autónoma de Querétaro en los diversos programas educativos se forma en investigación y se realizan acciones que coadyuvan en esta tarea.

Una de estas acciones es la organización de los **Veranos de la Ciencia** que realiza la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Querétaro. Esta actividad, dirigida a las y los estudiantes consiste en una estancia de cinco semanas en donde colaboran dentro de un proyecto de investigación tutelado por una de las investigadoras o investigadores de nuestra universidad con el objetivo de acercar a las y los estudiantes a la ciencia, formarlos en investigación y despertar el interés por cursar un posgrado.

Los veranos de la ciencia se realizan en dos modalidades: el **Verano de la Ciencia UAQ**, dirigido a estudiantes que cursan del quinto semestre en adelante y el **Verano de Introducción a la Investigación** dirigido a estudiantes que cursan del primero al cuarto semestres. Estos programas, en comparación con otros similares, es que en los realizados por nuestra institución pueden participar estudiantes de cualquier semestre y profesores de cualquier facultad, lo cual amplía la oportunidad de formación tanto para estudiantes como para investigadores.

Es así que, este año celebramos la edición número 18° del Verano de la Ciencia UAQ y el número 13° del Verano de Introducción a la Investigación, en los que han participado 34 y 13 estudiantes respectivamente.

En la presente compilación presentamos el producto final de cada uno de los participantes, el cual consiste en un informe de actividades de la estancia con formato de artículo científico. Los trabajos presentados, además de que ejercitan a las y los estudiantes en la escritura con fines de comunicación académica, muestra el trabajo realizado y los aprendizajes adquiridos.

Agradecemos a las y los estudiantes, a los investigadores e investigadoras por su participación e interés, así mismo, agradecemos de manera especial al

**Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ)**  
por el apoyo recibido para la realización de este evento.

Deseamos que lo aprendido trascienda en la formación personal y científica de las y los participantes.

Atentamente

“Educo en la Verdad y en el Honor”

Dirección de Investigación y Posgrado.

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Directora

Dra. Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes

Coordinadora del área de Ciencias Sociales y Humanidades

## Índice

[Estudio de relaciones cuantitativas estructura-actividad \(QSAR\) de moléculas afines a la proteína de vesículas sinápticas 2<sup>a</sup> \(SV2A\) y con actividad anticonvulsiva.](#)

*Barajas Conejo Elizabeth, Chávez Elías Amelia Fabiola, Romo Mancillas Rubén Antonio.*

[Síntesis y tratamiento de nano fibras de HAP para su potencial aplicación como bio-acarreador.](#)

*Calderón de la Rosa Juan Carlos, R. VelazquezCastillo.*

[Acción Forense Humanitaria.](#)

*Campos Reyes Karen, Pichardo Hernández Juan Alberto.*

[Síntesis del nanocompuesto fotoluminiscente BCNO/SiO<sub>2</sub>.](#)

*O. Carreño L. A. Martínez-Chávez, K. Esquivel.*

[El salario después de la crisis: la educación superior como coadyuvante.](#)

*Montserrat Carrillo de León, Enrique Leonardo Kato Vidal.*

[Violencia estructural y violación de Derechos Humanos hacia los migrantes.](#)

*María Magdalena Castro Alvarado, José Alberto Posadas Juárez.*

[Evolución de la descuidadización en migrantes de diferentes generaciones.](#)

*Alma Delia Cuéllar Amaro.*

[Diferenciación y tinción rojo oleoso de células 3T3-L1 bajo tratamiento de BPA.](#)

*Hernández Puga Ana Gabriela, Guerrero Mesa Manuel Fernando, Galván Soto Luz Cecilia.*

[Efecto antibacterial de los Ionomeros de vidrio tipo I y II adicionados con clorhexidina Laboratorio de Investigación Odontológica.](#)

*Rubén Abraham Domínguez Pérez, Mayra Liset García González.*

[Innovación de un instrumento para evaluar el diseño e implementación de una oferta de educación continua en modalidad a distancia.](#)

*María de Guadalupe Godorníz González, Anahí Isabel Arellano Vega.*

[Desarrollo de la Metodología Experimental para la Biosíntesis de Nanopartículas de Oro y Plata, y su Caracterización.](#)

*Gómez Camacho Fernanda Ivonne, Nava Mendoza Rufino.*

[Formación para la Integración de TIC en profesores universitarios.](#)

*Tzi-tzijani Michelle Gómez Flores, Anahi Isabel Arellano Vega.*

[Síntesis de materiales hidrofóbicos con diferentes estabilizadores.](#)

*V.H. Gutiérrez-Pérez, A. Rosales, K. Esquivel.*

[Introducción a la Geometría de Lípidos.](#)

*Hernández García Ambar G., Cervantes Contreras Aldrin M.*

[Caracterización patogénica de hongos epífitos de manzana cv. 'Golden Delicious'.](#)

*Orozco Martínez Juan Pablo, López González Rocío Crystabel y Pacheco Aguilar Juan Ramiro.*

[Nanopartículas metálicas soportadas en TiO<sub>2</sub> mesoporoso para fotocatalisis ambiental.](#)

*Oscar Eduardo Ortiz Contreras, Dr. Rufino Nava Mendoza.*

[Síntesis de materiales nanoestructurados.](#)

*Gabriela Guadalupe Ramírez Jiménez, Rufino Nava Mendoza.*

[Efectos del bisfenol-a en el proceso de diferenciación de adipocitos.](#)

*Hernández Puga Ana Gabriela, Guerrero Meza Manuel Fernando, Ramírez Novoa Getsemaní Natalia.*

[Escuchando al Universo: una Antena Satelital como Radiotelescopio Casero](#)

*Naela Berenice Razo López, Julieta Díaz Azúa, Rocío Salas Medina, Kevin Uriel Solís Becerril, Aldrin Meliton Cervantes Contreras.*

[Despliegue de máquinas virtuales en un cliente ligero controlado mediante identificación de radio frecuencia utilizando el protocolo SPICE y GTK.](#)

*Octavio Rodríguez García, José Martín Carrillo Morales, Jaime Rodrigo González Rodríguez, Roberto Cruz Lozano, Sandra Luz Canchola Magdalena.*

[Evaluación de nanofibras de carbon para el desarrollo de un biosensor de glucosa.](#)

*X. Uribe Jiménez 1, R. Escalona 1, J. Ledezma*

[Evaluación de aguas residuales en Jacaranda empleando sistemas acuapónicos.](#)

*José Luis Vargas Ríos, Ana Angélica Feregrino Pérez*

[Desarrollo de animaciones para el entendimiento de fenómenos físicos.](#)

*M. Castillo-Santos, A. Hernández-Almada.*

[Los atributos de género como factores impulsores en la migración masculina.](#)

*Katya Cid Suarez, José Alberto Posadas Juárez*

[Identificación del alfabeto manual de la lengua de señas mexicana utilizando TENSORFLOW y TRANSFER LEARNING](#)

*Roberto Cruz Lozano, Jaime Rodrigo Gonzales Rodríguez, Eric Octavio Rodríguez García, José Martín Carrillo Morales, Sandra Luz Canchola Magdalena.*

[Política laboral para jóvenes y economías locales: Primeros resultados de Jóvenes Construyendo el Futuro.](#)

*Paulina Hernández Mendoza, Enrique Leonardo Kato Vidal*

[Identificación de kafirinas en heces de conejos en engorda.](#)

*Andrea Monserrat Jurado Rangel, José Guadalupe Gómez Soto*

[Estudio de dinámica de espín en materiales ferromagnéticos desde primeros principios](#)

*Marco Olguín S, Alonso L. Miranda.*

[Profesionalismo mediante proceso de embalajes.](#)

*Rita Janneth López González, Pichardo Hernández Juan Alberto*

[Efectos del riego con agua residual proveniente de sistemas acuapónicos en la jacaranda.](#)

*Luis Alberto Montes Flores, Ana Angélica Feregrino Perez*

[La preservación de indicios en materia de desaparición forzada.](#)

*Anallely Olvera Jaramillo, Juan Alberto Pichardo Hernández*

[Síntesis de Puntos Cuánticos de Sulfuro de Zinc dopados con Manganeso.](#)

*Ollin Edmundo Blanco Guzmán, Carlos Guzmán Martínez.*

[Efecto de la Temperatura de Madurado en el Diámetro de Poro de la SBA-16.](#)

*Nava-Mendoza, R., Segura-Gutiérrez, I. G., Breña-Cruz, E.C.*

[Síntesis y caracterización de SBA-15 para la adsorción de arsénico.](#)

*Ana Isabel Hernández Galván, Rufino Nava Mendoza.*

[Síntesis de sílice mesoporosa SBA-15 funcionalizada, aplicable para la adsorción de arsénico.](#)

*Silvia Lizbeth Pérez García, Rufino Nava Mendoza*

[Evaluación de nanopartículas Cu-TiO<sub>2</sub> mediante la técnica de Langendorff](#)

*Rivera García de la Cadena, A.; González, C.; Esquivel Escalante, K.*

[Síntesis de materiales para aplicación en textiles inteligentes.](#)



*E. Salinas, R. Hernández, K. Esquivel.*

[Presencia de SNP Thr92Ala en población adulta en el estado de Querétaro.](#)

*Hernández Puga Ana Gabriela, Ponce Zúñiga Atenea, Vega León Paulina.*

# Estudio de relaciones cuantitativas estructura-actividad (QSAR) de moléculas afines a la proteína de vesículas sinápticas 2A (SV2A) y con actividad anticonvulsiva

Barajas Conejo Elizabeth<sup>1</sup>, Chávez Elías Amelia Fabiola<sup>2,3</sup>, Romo Mancillas Rubén Antonio<sup>3</sup>

**Resumen** — La epilepsia es considerada como el tercer trastorno neurodegenerativo a nivel mundial que afecta al 1.5 % de la población, principalmente a niños y ancianos. Diversos estudios indican que la mayoría de los pacientes que padecen epilepsia viven en países en vías de desarrollo. A pesar de no contar actualmente con una cura, existen tratamientos, principalmente farmacológicos, que permiten controlar las crisis epilépticas. La elección de un tratamiento adecuado depende del tipo de epilepsia que se presente y del paciente, ya que la respuesta a los fármacos antiepilépticos (FAE's) varía mucho entre las personas. En los últimos años se ha presentado gran interés en los fármacos que interactúan con la proteína de las vesículas sinápticas 2A (SV2A), esto debido a su efectividad y a los escasos efectos adversos que producen. Es por ello, que se realizó una búsqueda de las moléculas reportadas que interactúan con la

proteína SV2A y presentan un efecto anticonvulsivo, para así con ayuda del método computacional QSAR poder proporcionar información sobre las características que son esenciales para que un ligando lleve a cabo interacción con esta proteína y se ejerza de un posible efecto anticonvulsivo. Es por ello por lo que en este trabajo se reporta la característica de los campos electrónicos y estéricos del ligando con valores de dosis efectiva media reportada (ED<sub>50</sub>), al igual que un modelo con una regresión lineal ( $r^2$ ) de 0.9988, así como una validación cruzada con un valor de 0.971. De igual forma se proporciona los valores de unión de los fármacos de referencia (levetiracetam y brivaracetam) comparados contra los ligandos elegidos para su análisis. Así como un esquema general donde se observa la interacción de los residuos de aminoácidos de la proteína SV2A.

**Palabras clave** — Epilepsia, QSAR, SV2A, Levetiracetam

**Abstract-** Epilepsy is considered the third neurodegenerative disorder worldwide that affects 1.5% of the population, mainly children and the elderly. Several studies indicate that most patients suffering from epilepsy live in developing countries. Despite not currently having a cure, there are treatments, mainly pharmacological, that allow to control epileptic seizures. The choice of an appropriate treatment depends on the type of epilepsy present and the patient, since the response to antiepileptic drugs (AED'S) varies greatly among people. In recent years there has been great interest in drugs that interact with the synaptic vesicle protein 2A (SV2A), this due to its effectiveness and the few adverse effects they

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Querétaro  
Químico Farmacéutico Biólogo  
Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010. Santiago de Querétaro, Querétaro.  
[elizabethbarajas48@gmail.com](mailto:elizabethbarajas48@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Querétaro  
Maestra en Ciencias Químico Biológicas  
Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010. Santiago de Querétaro, Querétaro.  
[amefaby0705@gmail.com](mailto:amefaby0705@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Querétaro  
Doctor en Ciencias Químicas  
Cubículo 8, edificio 10. Facultad de Química. Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010. Santiago de Querétaro, Querétaro.  
[ruben.romo@uaq.mx](mailto:ruben.romo@uaq.mx)

produce. For this reason, a search was made of the reported molecules that interact with the SV2A protein and have an anticonvulsant effect, so that with the help of the QSAR computational method, it is possible to provide information on the characteristics that are essential for a ligand to carry out interaction with this protein and presentation a possible anticonvulsant effect. That is why in this work the characteristic of the electronic and steric fields of the ligand with better biological activity ED<sub>50</sub> is reported, as well as a model with a linear regression ( $r^2$ ) equal to 0.9988, as well as a cross validation thereof equal to 0.971. Similarly, the binding values of the reference drugs (levetiracetam and brivaracetam) compared to the ligands chosen for analysis are provided. As well as a general scheme where the interaction of amino acid residues of the SV2A protein is observed.

Keywords - Epilepsy, QSAR, SV2A, Levetiracetam

## INTRODUCCIÓN

La epilepsia es considerada por la OMS como el tercer trastorno neurológico crónico a nivel mundial, afectando alrededor de 50 millones de personas, de los cuales la mayoría pertenecen a países en vías de desarrollo. En Latinoamérica, la prevalencia es de 14 por cada 1000 habitantes, mientras que en México se estima en 18 por cada 1000 personas, representando aproximadamente dos millones de mexicanos. Este trastorno se caracteriza principalmente por la aparición de crisis epilépticas espontáneas recurrentes causadas por una alteración en la actividad eléctrica del cerebro. Donde 6 de cada 10 pacientes presentan una epilepsia idiopática, es decir, su causa no se encuentra identificada. No obstante, las crisis pueden ser controladas con el tratamiento adecuado, proporcionando así una mejor calidad de vida. Uno de los tratamientos de primera elección es la farmacoterapia crónica; sin embargo, a pesar de contar con anticonvulsivos de segunda y tercera generación, es necesario la búsqueda continua de nuevas opciones destinados a los pacientes que presentan resistencia a los

fármacos existentes o baja tolerabilidad. En los últimos años los fármacos levetiracetam (LEV) y brivaracetam (BRI), han destacado entre los otros FAE's, debido a su efecto farmacológico cercano al ideal y a su mecanismo de acción, el cual consiste en la interacción con la proteína de vesículas sinápticas 2A (SV2A), cuyo mecanismo aún no es elucidado. Es por ello que se realizó la búsqueda de diversas moléculas que interaccionen con SV2A, para así proporcionar información que podría utilizarse para relacionar cómo es que los campos electrónicos y estéricos influyen de manera directa con afinidad por SV2A y la actividad anticonvulsiva, para ello se empleó la técnica de relación cuantitativa estructura-actividad (QSAR), para seleccionar los mejores modelos y a las vez las mejores moléculas que puedan servir como plantillas para futuras modificaciones estructurales.

## I. OBJETIVOS

Analizar los campos electrónicos y estéricos importantes en los diferentes ligandos a fines a la proteína SV2A para así identificar factores estructurales que son esenciales para la interacción entre el complejo ligando-proteína, tomando como base el parámetro ED<sub>50</sub>.

## II. METODOLOGÍA

Para la creación de una base de datos interna de trabajo, se llevó a cabo la búsqueda de artículos relacionados a la proteína SV2A y los ligandos a fines, utilizando los siguientes buscadores: Medline a través de *Pubmed*, *Scopus* y *Web of Science*, *PubChem*, *DrugBank* sin restricción de idioma. De ellos se seleccionó de manera específica la siguiente información: nombre y estructura de la molécula, modelo biológico en el que fue probado, valores de afinidad, concentración inhibitoria media y dosis efectiva media de cada uno (K<sub>i</sub>, pK<sub>i</sub>, pIC<sub>50</sub>, ED<sub>50</sub>), así mismo se asignó una clave interna a cada molécula (ligando) para un mejor y fácil procesamiento.

Posteriormente se seleccionaron las moléculas cuya actividad biológica se registró como ED<sub>50</sub>.

### Estudio de relaciones cuantitativas estructura-actividad (QSAR)

Las moléculas reportadas con valores de ED<sub>50</sub> fueron dibujadas con el programa *Maestro de Schödinger 2019-2*, una vez preparadas las estructuras tridimensionales se importaron al programa *Open3DAling* para el alineamiento de los ligandos. Después se seleccionó el mejor ligando que sirviera como plantilla. Utilizando la interfaz del programa *Open3DQSAR*, se delimitó el tamaño de la malla para realizar el cálculo de los descriptores, mallas electrostáticas y estéricas.

Se establecieron grupos de prueba (Experimentos) los cuales se delimitaron seleccionando el 28% de los datos totales mediante números aleatorios para cada grupo. La validación de los experimentos creados se realizó usando mínimos cuadrados parciales y validación cruzada empleando LMO y LOO. De los 4 experimentos obtenidos se eligió el mejor, del cual se analizaron los datos estadísticos, así como la visualización de los modelos.

### Acoplamiento molecular (Docking)

Se seleccionaron 4 moléculas analizadas por el modelo QSAR para analizarlas mediante acoplamiento molecular (docking) con la finalidad de identificar las interacciones que se presentaran entre los ligandos y la proteína SV2A. Esto se realizó empleando los programas *PyMOL*, *AutoDock 4.2.6* y *Maestro Schödinger 2019-2*. Con el programa *Autodock 4.2.6* se adicionaron los átomos de hidrógeno, se detectaron los centros de torsión, los enlaces rotables en los ligandos y se preparó la proteína SV2A. Se seleccionó toda la región transmembranal para la búsqueda de sitios de unión en la proteína SV2A. Posteriormente usando *AutoDock 4.2.6* se buscaron las conformaciones de los ligandos a evaluar empleando el algoritmo Lamarckiano con un tamaño de población de 150, 5 millones de evaluaciones y 20 corridas. De los modelos adquiridos se identificó la energía de unión ( $\Delta G_{\text{unión}}$ ). La visualización de los diagramas se

realizó utilizando *PyMOL* y *Maestro Schödinger 2019-2*.

## III. RESULTADOS

Una vez realizada la búsqueda de moléculas reportadas con actividad biológica con la proteína SV2A se logró crear una base de datos de 186 moléculas, las cuales fueron agrupadas de acuerdo con su Ki, pKi, pIC<sub>50</sub>, ED<sub>50</sub>. Para este trabajo se optó por la evaluación de moléculas con ED<sub>50</sub>, dando así una base total de trabajo de 44 ligandos (Tabla 1) cuyas estructuras base se pueden observar en las figuras señaladas de la 1 a la 4.

Tabla 1 Ligandos con actividad biológica ED<sub>50</sub>

N o	Ligando	Base	R	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	ED <sub>50</sub>
1	A17_C4	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	H	42.83
2	A17_C5	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	2-Cl	74.49
3	A17_C6	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	3-Cl	81.95
4	A17_C7	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	4-Cl	43.58
5	A17_C8	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	2-F	50.29
6	A17_C9	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	3-F	77.43
7	A17_C12	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	3-CF <sub>3</sub>	92.37
8	A17_C13	Fig. 1	H	CH <sub>3</sub>	4-CF <sub>3</sub>	54.50
9	A17_C15	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H	90.26
10	A17_C16	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	2-Cl	76.39
11	A17_C17	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3-Cl	78.85
12	A17_C18	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	4-Cl	50.77
13	A17_C19	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	2-F	65.71
14	A17_C20	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3-F	47.39
15	A17_C21	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	4-F	83.43
16	A17_C23	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3-CF <sub>3</sub>	77.37
17	A17_C24	Fig.1	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	4-CF <sub>3</sub>	80.37
18	A17_C25	Fig.2	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-	150.00
19	A17_C26	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	H	78.30
20	A17_C27	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	2-Cl	85.85
21	A17_C28	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	3-Cl	90.26
22	A17_C30	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	2-F	80.45
23	A17_C31	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	3-F	129.64
24	A17_C35	Fig.1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	4-CF <sub>3</sub>	150.00
25	A6_C9A_T2	Fig.3	Br	H	H	18.00
26	A6_C9B_T2	Fig. 3	CF <sub>3</sub>	H	H	56.00
27	A6_C9C_T2	Fig. 3	Cl	H	H	5.00
28	A6_C9D_T2	Fig. 3	F	H	H	1000.0
29	A6_C9E_T2	Fig. 3	H	H	F	80.00
30	A6_C9F_T2	Fig. 3	H	Cl	H	640.00
31	A6_C9G_T2	Fig. 3	CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	H	H	84.00
32	A6_C9I_T2	Fig. 3	CH <sub>3</sub>	H	H	130.00
33	A6_C9U_T3	Fig.4	Cl	Et	H	42.00
34	A6_C9C_T3	Fig.4	Cl	H	H	5.00
35	A6_C9A_T3	Fig. 4	Br	H	H	18.00
36	A6_C9R_T3	Fig. 3	I	H	H	5.00
37	A6_C9Q_T3	Fig. 3	Cl	H	F	80.00
38	A6_C9P_T3	Fig. 3	NO <sub>2</sub>	H	H	1000.00

39	A6_C9O_T3	Fig. 3	Br	H	Br	8.00
40	A6_C9M_T3	Fig. 3	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	H	320.00
41	A6_C9L_T3	Fig. 3	CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>	1000.00
42	A6_C9K_T3	Fig. 3	OCF <sub>3</sub>	H	H	120.00
43	A6_C9J_T3	Fig. 3	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> C H <sub>3</sub>	H	H	320.00
44	A6_C9H_T2	Fig. 3	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	H	H	320.00

Fig. 1 Estructura base de los ligandos 1-17,19-24

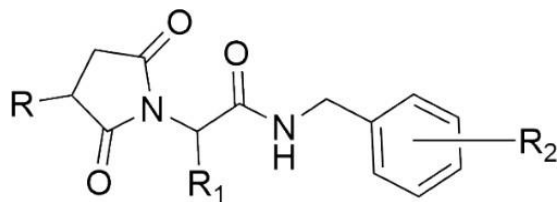


Fig. 2 Estructura base del ligando 18

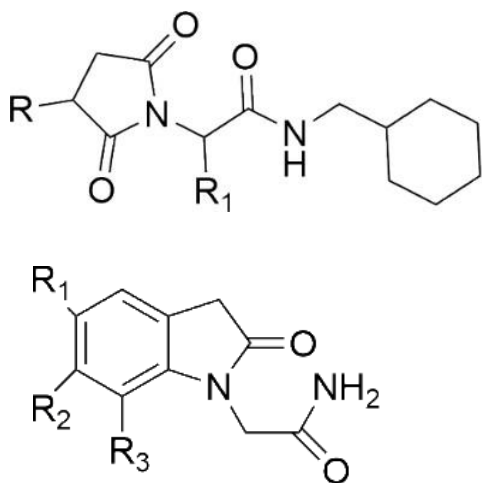


Fig. 3 Estructura base de los ligandos 25-32,36-44

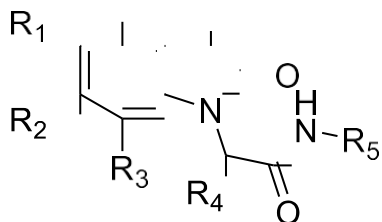


Fig. 4 Estructura base de los ligandos 33-35

Del alineamiento se obtuvo que la mejor conformación corresponde al ligando No. 20 (Fig.5) con una actividad biológica reportada de 85.85 mmolk<sup>-1</sup>.

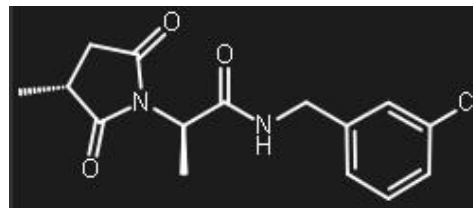


Fig. 5 Ligando No. 20 usado como plantilla

De los experimentos evaluados se encontró que el mejor corresponde al E3 tomando en consideración los valores estadísticos obtenidos del análisis QSAR. Dentro de este experimento el mejor modelo fue al nombrado como M5, marcado con color azul (Tabla 2).

Tabla 2 Validación estadística del análisis QSAR

Experimento	Modelo	SDEC	r <sup>2</sup>	F-test	SDEP	q <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> (pred)
E4	M5	3.968	0.995	86.254	18.935	0.894	0.849
E3	M5	2.210	0.998	1550.643	14.345	0.971	0.958
E2	M5	5.448	0.993	533.229	9.878	0.967	0.980
E1	M5	4.828	0.995	964.887	9.558	0.980	0.981

Una vez realizada la validación cruzada se observó que el experimento 3, modelo 5 cuenta con la mejor regresión lineal ( $r^2= 0.9988$ ), así como una validación cruzada mayor a 0.5 ( $q^2= 0.971$ ), además de que los 4 experimentos se observan un valor de  $r^2$  (pred) similar a  $r^2$ . Estos resultados arrojan que el M5 del E3 presenta una mejor actividad en comparación con los otros experimentos. Los alineamientos de todos los ligandos se pueden observar en la figura 6, en cambio la interacción de los campos estéricos y electrónicos se ilustra en la figura 7.

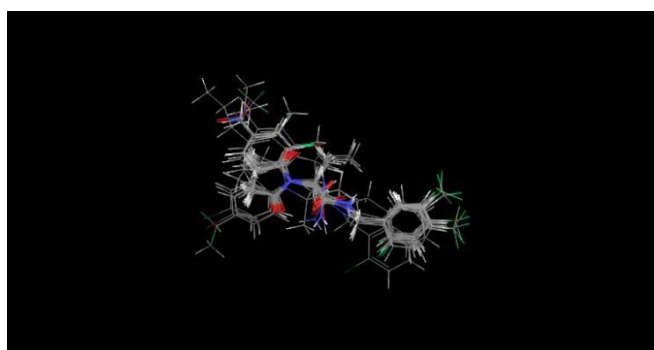


Fig. 6 Alineamiento de los ligandos seleccionados

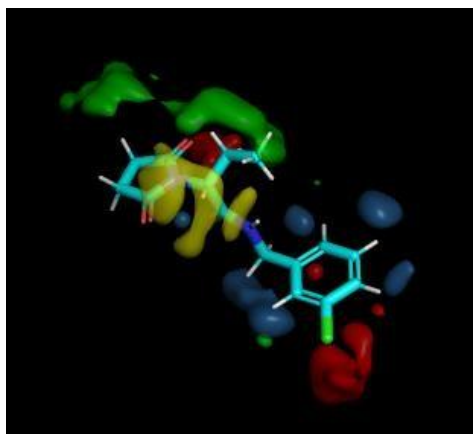


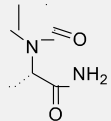
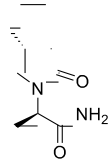
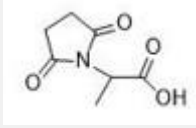
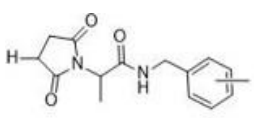
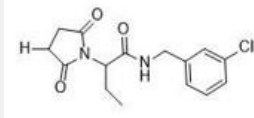
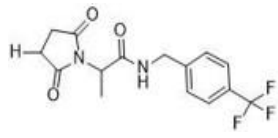
Fig. 7 Experimento 3 campos estéricos y electrónicos. En rojo se representa la densidad electrónica negativa y en azul la densidad electrónica positiva. En amarillo los campos estéricos negativos y en verde los campos estéricos positivos

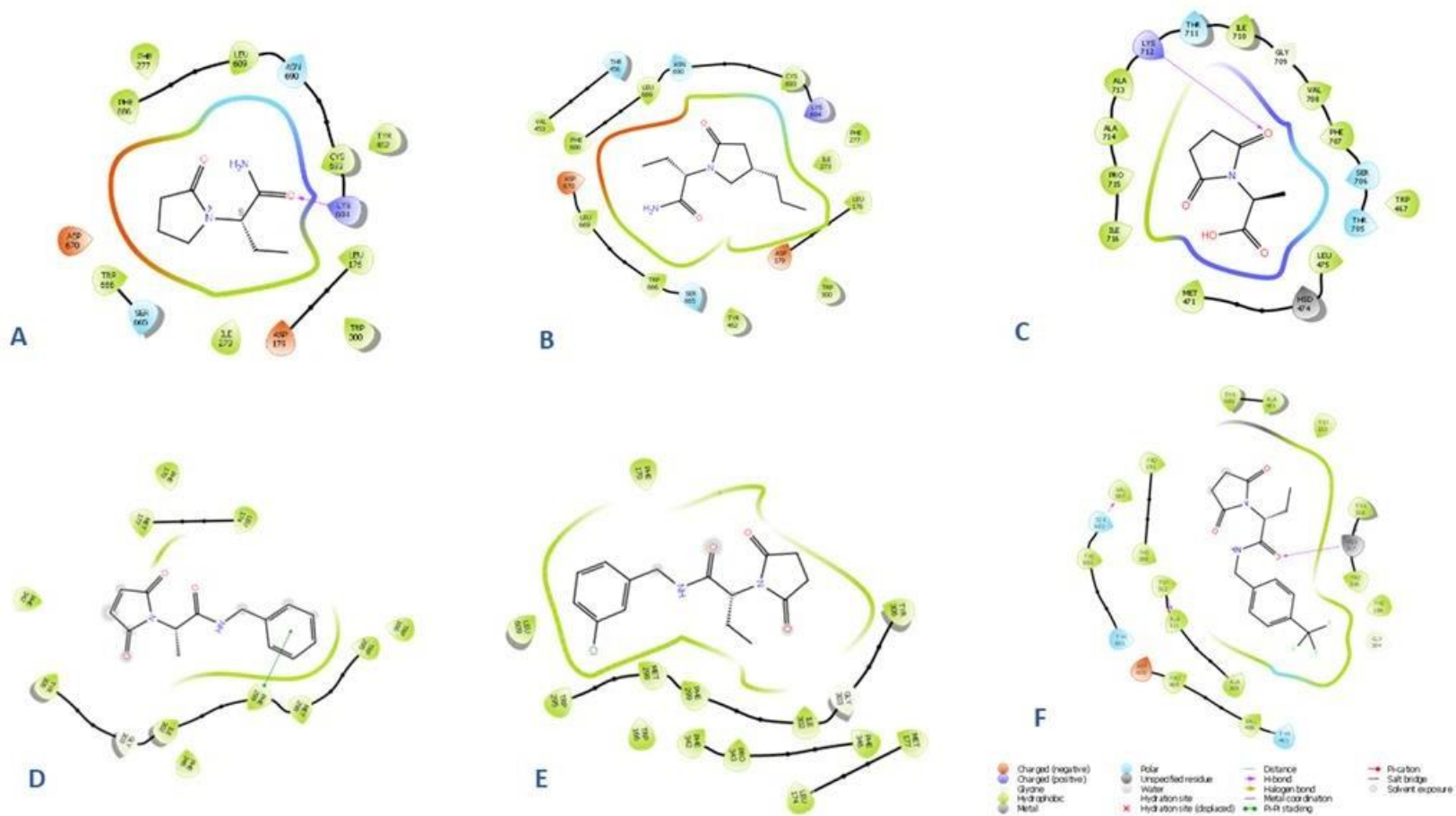
### Acoplamiento molecular (docking)

Para el estudio de acoplamiento molecular se evaluaron 4 ligandos afines a SV2A y analizados previamente por QSAR. Aunado a esto se

utilizaron como controles levetiracetam (Lev) y brivaracetam (Briv), fármacos utilizados en el tratamiento de la epilepsia. Como resultado de este análisis se reportan los valores de energía de unión de los fármacos de referencia y los ligandos analizados. Así mismo, se compararon las interacciones que se llevaron a cabo con los residuos de aminoácidos de la proteína SV2A, esto se puede observar en la figura 8.

Tabla 3. Energías de unión

Ligando	Estructura	Energía de unión (kcal/mol)
Lev		-3.1
Briv		-3.13
A17C1		-3.14
A17C4		-4.06
A17C17		-4.46
A17C24		-5.33



**Fig. 8 Diagramas de interacción.** A) LEV B) BRIV C) A17C1 D) A17C4 E) A17C17 F) A17C24. Las interacciones mayoritarias presentes en los ligandos evaluados por acoplamiento molecular, poseen la característica hidrofóbica. En el caso de A17C1 (C), se observan interacciones formadoras de puentes de hidrógeno con el residuo L712, además de presentar interacciones con residuos polares como S706 y G709. En cambio, para el caso de la molécula A17C4 (D), se puede observar una interacción tipo  $\pi$ - $\pi$  entre el residuo de F299 y el anillo aromático presente en la estructura. Analizando a detalle los diagramas de interacción no se observa similitud entre los residuos de aminoácidos reportados para levetiracetam, puesto que, para el caso de D y E, los residuos similares entre estas estructuras fueron F170, F299 y G303, de los cuales solo el residuo G303 es similar con LEV.

## VI. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de QSAR se lograron identificar los campos electrónicos y estéricos que son esenciales para llevar a cabo la interacción entre la proteína SV2A y los ligandos afines a la misma. Estos resultados, en conjunto con el análisis de acoplamiento molecular (docking) ayudaron a corroborar la necesidad de contar con interacciones de naturaleza hidrofóbica, asimismo se debe disponer de grupos formadores de puentes de hidrogeno en el ligando. Al considerar los resultados presentados se podrían proponer nuevas estructuras con sustituyentes que cumplan con las características mencionadas anteriormente, esto con la finalidad de mejorar su efectividad anticonvulsiva.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro por impulsar este tipo de programas que nos permite conocer de cerca el área de investigación. Quedo especialmente agradecida con el Dr. Rubén Antonio Romo Mancillas que me abrió las puertas de su grupo de trabajo, además de su apoyo y seguimiento durante mi estancia en su laboratorio. Mi más sincero agradecimiento a la Mtra. Amelia Fabiola Chávez Elías, por su constante asesoramiento de principio a fin en este proyecto, por su infinita paciencia, dedicación, confianza y en especial por creer en mí.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Balestrini, S., & Sisodiya, S. (2018). Pharmacogenomics in epilepsy. *Neuroscience Letters*, 667, 27-39. doi: 10.1016/j.neulet.2017.01.014.

Carrizosa moog, jaime. (2007). Prevalencia, incidencia y brecha terapéutica en la epilepsia. *Iatreia*, 20 (3), 282-296

Galanopoulou, A., Buckmaster, P., Staley, K., Moshé, S., Perucca, E., & Engel, J. et al. (2012). Identification of new epilepsy treatments: Issues in preclinical

methodology. *Epilepsia*, 53(3), 571-582. doi: 10.1111/j.1528-1167.2011.03391.x.

Kaminski, R., Matagne, A., Leclercq, K., Gillard, M., Michel, P., & Kenda, B. et al. (2008). SV2A protein is a broad-spectrum anticonvulsant target: Functional correlation between protein binding and seizure protection in models of both partial and generalized epilepsy. *Neuropharmacology*, 54(4), 715-720. doi: 10.1016/j.neuropharm.2007.11.021

Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S. and Olson, A. J. (2009) Autodock4 and AutoDockTools4: automated docking with selective receptor flexibility. *J. Computational Chemistry* 2009, 16: 2785-91.



# Síntesis y tratamiento de nano fibras de HAp para su potencial aplicación como bio-acarreador.

Autores

Calderón de la Rosa Juan Carlos<sup>^</sup>, R. Velazquez-Castillo\*.

Laboratorio de Nanotecnología de la Facultad de Ingeniería, Campus UAQ-Aeropuerto Carr. A Chichimequillas S/N, Terrenos Ejidales Bolaños, Querétaro, Qro. CP. 76140 Universidad Autónoma de Querétaro

<sup>^</sup>jcalderson28@alumnos.uaq.mx

\*rodrigo.velazquez@uaq.mx

Palabras clave: Hidroxiapatita, nanomedicina, nanotecnología

Keywords:

Hydroxyapatite, nanomedicine, nanotechnology

## Resumen

En el presente trabajo se estudia y analiza el impacto del tratamiento térmico aplicado en nuestro material nanoestructurado (nano fibras de HAp) con la finalidad de obtener una estructura hueca que pueda servir como acarreador en un sistema de liberación controlada. Esto se llevo a cabo primero sintetizando HAp mediante el método hidrotermal asistido por microondas, el cual nos permite obtener nano fibras de HAp con una orientación preferencial en la dirección [300]. Posteriormente se realizaron tres diferentes tratamientos térmicos y se analizaron los resultados mediante XRD para comprobar el estado final del material. Se pudo observar en los difractogramas de los tres ensayos la presencia de otra fase cristalina que no es de nuestro interés, concluyendo así que será necesario seguir en la búsqueda del método para la obtención de las fibras huecas en su interior sin otra fase cristalina presente.

## Abstract

In the present work, the impact of the heat treatment applied in our nanostructured material (nano fibers of HAp) is studied and analyzed in order to obtain a hollow structure that can serve as a carrier in a controlled release system. This was accomplished by first synthesizing HAp by the microwave-assisted hydrothermal method, which allows us to obtain nano HAp fibers with a preferential orientation in the direction [300]. Subsequently, three different heat treatments were performed and the results were analyzed by XRD to check the final state of the material. It was possible to observe in the diffractograms of the three tests the presence of another crystalline phase that is not of our interest, concluding that it will be necessary to continue in the search for the method to obtain the hollow fibers inside without another crystalline phase present.

## Introducción

Actualmente se tienen registros de que los biomateriales han ido acompañando a las civilizaciones desde tiempos antiguos (Puigbó, 2002) y en la actualidad eso no ha dejado de ser así, sino al contrario, estos han ido cobrando más y más relevancia en la vida diaria. Uno de los biomateriales que ha estado en la mira de la comunidad científica por sus potenciales aplicaciones y beneficios es la hidroxiapatita (Dorozhkin, 2012).

La hidroxiapatita sintética es un biomaterial cuya estructura y composición química es similar al constituyente inorgánico del tejido óseo natural. Entre sus características principales, nos encontramos con una excelente biocompatibilidad y una alta bioactividad, ambas propiedades resultan clave para aplicaciones dentro del campo de la medicina, campo hacia el cual esta orientado esta investigación y también dentro del cual se ha ido desarrollando en los últimos años la nanomedicina.

De acuerdo a lo establecido por la Fundación de Ciencia Europea, podemos entender a la nanomedicina como: “Aplicación de la nanotecnología al diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y, en consecuencia, al entendimiento de los procesos patofisiológicos que

intervienen en el origen y curso de una enfermedad determinada. (ESF, 2004)” Esta a su vez se divide en tres áreas principales, pero la que a nosotros nos compete es la liberación de fármacos, la cual esta enfocada en el desarrollo de biomateriales nanoestructurados para construir sistemas que transporten y entreguen fármacos de manera controlada.

La idea de emplear la HAp como un potencial bioacarreador surge a partir de la creciente demanda por ofrecer tratamientos que estén a la vanguardia y permitan mejorar la calidad de vida de los pacientes (H. J. Chun et al., 2018); sumado a esto tenemos una gran variedad de publicaciones en la que empleando HAp se reportan casos de éxito en la regeneración ósea. Por lo tanto estaríamos enfocándonos principalmente en el control y tratamiento de infecciones óseas, como lo es la osteomielitis. Esta infección es causada comúnmente por la bacteria anaerobia estafilococo áureo y de no ser tratada a tiempo, un caso grave puede conducir a la pérdida de una extremidad.

Trabajando con este sistema de liberación controlada esperaríamos que identifique el sitio blanco, se dirigirá hacia el y entregue directamente su carga terapéutica. Debido a estos beneficios tan prometedores, en esta primera etapa se trabaja para conseguir nuestro excipiente, el cual consistiría en una estructura fibrosa ahuecada en su interior.

Existen numerosos métodos para la síntesis de HAp, pero en este trabajo se emplea el método hidrotermal asistido por microondas, debido a que trabajos previos reportan la obtención de un material nanoestructurado con una orientación preferencial, un alto grado de cristalinidad y una gran pureza del producto final (J. M. Cabrera et al., 2011), características que nos pueden ser de mucha utilidad una vez que el material entre en contacto con el organismo del paciente.

## Objetivo General

- La obtención de microfibras de HAp ahuecadas en el centro por acción térmica.

## Objetivo Específico

- Obtención de fibras de HAp.
- Establecer una metodología útil para la formación de huecos en el centro de la sección transversal de las fibras, evitando deterioro térmico en las mismas que reduzca su resistencia mecánica.

## Metodología

Se sintetizaron las nano fibras de HAp mediante el método hidrotermal asistido por microondas, para ello se partió de dos soluciones precursoras; siendo la primera una solución de 300 ml en la que se disolvió ácido glutámico ( $C_5H_9NO_4$ ) y nitrato de calcio ( $Ca(NO_3)_2$ ), y la segunda una solución de 100 ml en la que se disolvió hidróxido de potasio (KOH) y de fosfato monoácido de potasio ( $K_2HPO_4$ ), ambas soluciones fueron calentadas y tuvieron agitación magnética por separado. Posteriormente las dos soluciones fueron mezcladas para formar así una solución final.

Esta última solución se vertió equitativamente sobre ocho tubos plásticos (Teflon), los cuales se llevaron al horno de microondas (Synthos 3000 by Anton Paar). Se ejecutó el programa necesario para nuestra síntesis, el cual consistió en una temperatura de  $170^{\circ}C$ , 8 Bar y y 45 min. de tiempo de reacción.

Una vez finalizado este proceso fue necesario filtrar el producto obtenido de cada tubo (Figura 1) y para terminar se dejó secar el papel filtro con el producto de interés durante 24 horas y se recolectó la muestra.



**Figura 1.** El producto obtenido reposa al fondo de cada uno de los ocho tubos.

Antes de iniciar con el tratamiento térmico resultó indispensable asegurarnos de haber obtenido el producto deseado, por lo que se preparó la muestra obtenida y se hizo uso de la técnica de

A) caracterización de difracción de rayos X. Después de la caracterización se analizó el difractograma obtenido para la posterior identificación de la fase cristalina presente, esto se llevó a cabo consultando la base de datos del Centro Internacional de Datos de Difracción (ICDD por sus siglas en inglés) y comparando con los PDF (Powder Diffraction File) ahí registrados, conociendo así que nuestro difractograma obtenido coincide en su totalidad con el PDF 01-086-1199.

Para el tratamiento térmico se realizaron tres ensayos por separado dentro de la mufla. El proceso consistió en tomar 0.1 g de HAp y colocarlo dentro de un crisol ya que trabajamos con temperaturas altas. Posteriormente se programó la mufla con las rampas de calentamiento y enfriamiento que se detallan a continuación para dar inicio al ensayo.

#### *Tratamiento térmico #1*

25°C → 850°C (rampa 10° / min)

850°C → 850°C (isoterma 3 hrs.)

850°C → 25°C (enfriamiento)

#### *Tratamiento térmico #2*

25°C → 750°C (rampa 10° / min)

750°C → 750°C (isoterma 1.5 hrs.)

750°C → 25°C (enfriamiento)

#### *Tratamiento térmico #3*

25°C → 600°C (rampa 10° / min)

600°C → 600°C (isoterma 1 hr.)

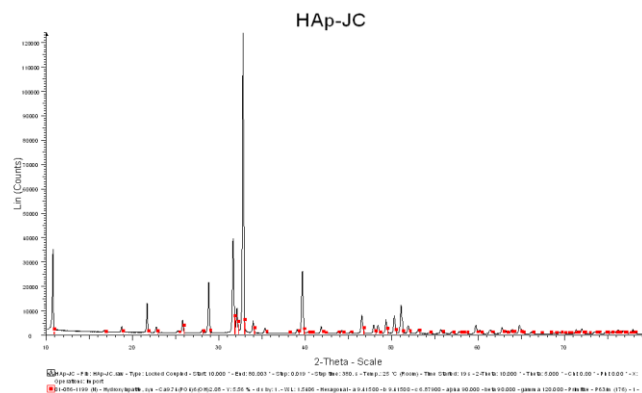
600°C → 25°C (enfriamiento)

Para finalizar se caracterizó cada una de las muestras recolectadas después de los tres ensayos mediante DRX, esto con la finalidad de observar si la

estructura y fase cristalina sufrieron cambios o permanecieron inalteradas, siendo la segunda opción lo que buscábamos. También se hizo uso del microscopio electrónico de barrido para observar la morfología de algunos ensayos.

## **Resultados**

En la Figura 2 podemos observar el difractograma correspondiente a la caracterización de nuestras nanofibras de HAp obtenidas por medio del método hidrotermal asistido por microondas. En el podemos apreciar reflexiones de Bragg bien definidas las cuales nos indican un alto grado de cristalinidad, además a partir de la comparación con el PDF 01-086-1199 podemos percatarnos de que tenemos presente exclusivamente la fase cristalina de nuestro interés, siendo esto último un factor clave para la investigación



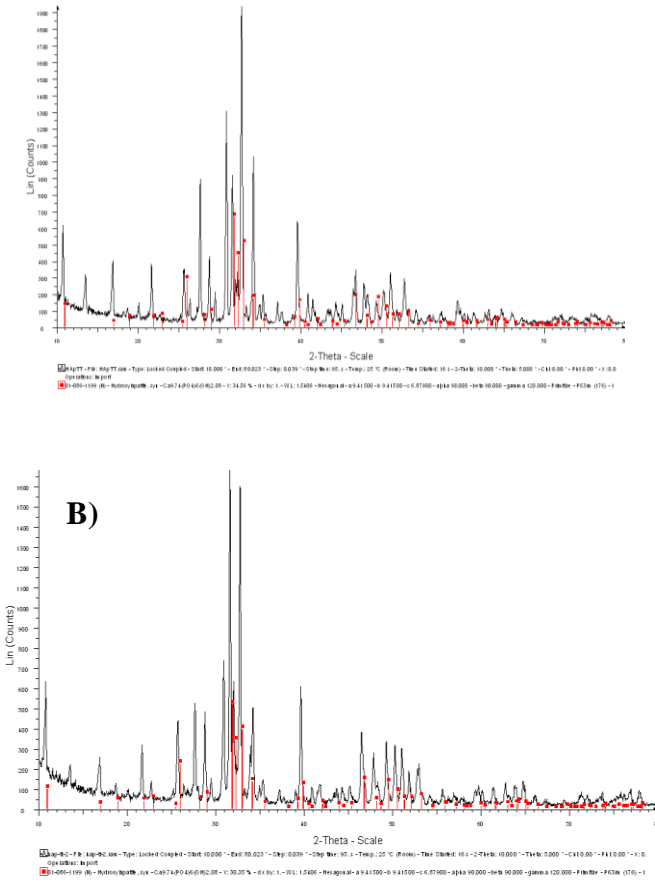
**Figura 2.** Difractograma del producto sintetizado, el cual corresponde a HAp altamente pura y cristalina.

A continuación, en las figuras se muestran los difractogramas obtenidos durante los tratamientos térmicos (TT).

Tanto en el inciso A como en el B de la Figura 3, podemos observar que nuestro difractograma ya no luce igual o muy similar al de la Figura 2, siendo esto un resultado desfavorable que nos indica a su vez que el tratamiento térmico no está resultando como lo deseamos. Por medio de comparación con otros PDF de la base de datos nos podemos dar

cuenta que otra fase cristalina esta presente, siendo la witloquita esta nueva fase. En ambos difractogramas también observamos una perdida de la marcada orientación preferencial debido al tratamiento térmico aplica

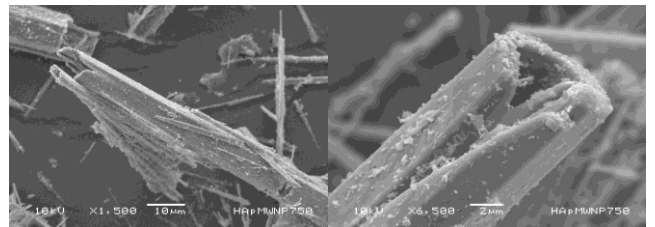
**Figura 4.** TT #3. Recuperación de la orientación preferencial, sin embargo aún se observa una mezcla de fases.



**Figura 3.** A) TT #1. B) TT #2.

En la Figura 4, después de haber llevado a cabo el tercer ensayo podemos observar que nuevamente nuestro producto exhibe una orientación preferencial, sin embargo sigue presente una mezcla de fases, esto se puede observar mediante la comparación simultánea de ambos PDF, tanto el que corresponde a la HAp (líneas azules) como el que corresponde a la witloquita (líneas rojas).

Y finalmente se presentan dos micrografías, obtenidas empleando el SEM, de algunos ensayos en los que podemos apreciar la morfología de las fibras y un intento de estructuras huecas.



**Figura 5.** Se observa claramente como la falta de una metodología para tratar térmicamente a las fibras termina en la destrucción de las mismas.

### Discusión y conclusiones

El método de síntesis de HAp usado fue exitoso para obtener el producto deseado y a partir del presente trabajo podemos corroborar que el uso de nanofibras como potencial bioacarreador es algo posible, sin embargo aún es necesario establecer un método adecuado para obtener exclusivamente la fase de HAp después del tratamiento térmico, pero una vez

logrado esto será un paso muy importante para el futuro del proyecto.

Podemos concluir que debido a la larga exposición a temperaturas altas durante la etapa de isoterma se da este cambio de fase que aparece en el difractograma, por lo que resulta indispensable modular este parámetro ya sea reduciendo la temperatura o el tiempo. Todo esto esperando que en futuros ensayos, al observar nuestras microfibras en el microscopio electrónico de barrido, obtengamos una estructura con huecos en el centro de la sección transversal de las fibras.

### **Agradecimientos**

Se agradece a la Dirección de Investigación y de Posgrado de la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONCYTEQ por hacer posible la realización de esta estancia de investigación.

### **Referencias**

Dorozhkin SV. Calcium Orthophosphates Applications in Nature, Biology and Medicine. Boca Raton, FL: Pan Stanford Publishing; 2012.

Puigbó JJ. El papiro de Edwin Smithy la civilización egipcia. Gacmed Caracas 2002; 110; 378-85.

European Science Foundation. 2004. Nanomedicine – An ESF–European Medical Research Councils (EMRC) Forward Look Report. Strasbourg cedex, France ESF

H. J. Chun, K. P. Chun-Ho Kim, G. Khang. Novel biomaterials for regenerative medicine. © Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018.

J. M. Cabrera, R. Velázquez, and E. Rivera-Muñoz, J. Nanosci. Nanotechnol. 11, 5555 (2011).

# Acción Forense Humanitaria.

Campos Reyes Karen  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Derecho

Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro  
C.P. 76010, Querétaro.

Correo electrónico de contacto:  
camposrka@gmail.com

Pichardo Hernández Juan Alberto  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Derecho

Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro  
C.P. 76010, Querétaro.  
juan.pichardo@uaq.mx

## Resumen

En el presente se hablará sobre el fenómeno de fosas clandestinas, se abordará la temática de la revisión de protocolos nacionales e internacionales desde un punto de vista ético jurídico.

Se hablará además de cómo no sólo se investigó sobre las mejores prácticas en este campo de las ciencias forenses en protocolos, sino que además se consultaron diversos expertos en la materia que permitieron ampliar los conocimientos que ya se tenían sobre intervenciones en campo de este tipo.

Gracias a esto se abordará una perspectiva que permita, con base en la experiencia de los entrevistados, optimizar prácticas que al día de hoy ya se realizan, y poder mejorar algunos aspectos de interés.

La investigación, si bien está centrada para realizarse con protocolos nacionales e internacionales, está contemplada para realizarse en el estado de Querétaro, que es el lugar de interés para tal fin.

## Summary

At present, the phenomenon of clandestine graves will be discussed, the theme of the review of national and international protocols from an ethical legal point of view will be addressed.

There will also be talk of how not only research on the best practices in this field of forensic sciences in protocols was investigated, but also several experts in the field were consulted that allowed to expand the knowledge that was already available on field interventions of this type.

Thanks to this, a perspective will be addressed that allows, based on the experience of the interviewees, to optimize practices that are already carried out today, and to be able to improve some aspects of interest.

The investigation, although it is focused to be carried out with national and international protocols, is contemplated to be carried out in the state of Querétaro, which is the place of interest for this purpose.

## Palabras clave

Dignidad, expertos forenses, fosas clandestinas, protocolos de actuación.

## Keywords

Dignity, forensic experts, clandestine graves, protocols for action.

## Introducción

Actualmente en México el fenómeno de fosas clandestinas que han aparecido va en aumento, debido a esto surge una necesidad cada vez mayor

por parte de los órganos encargados de la procuración de justicia de realizar un trabajo homologado, con validez oficial que permita hacerle frente de forma eficiente y eficaz a esta problemática social.

Existen hoy en día muchos protocolos a nivel internacional que orientan a los expertos forenses sobre cómo gestionar una intervención en fosas clandestinas, desde su localización y durante todo el proceso jurídico que esto conlleva, muchos de estos protocolos no están homologados entre sí, por lo que resulta difícil monitorear los resultados de las investigaciones en caso de tratarse de diferentes estados o incluso, países.

En este aspecto no solo es importante una correcta intervención, sino que además se tiene que hacer en todo momento con miras en el enfoque de ciencias forenses en conjunto con derechos humanos, para poder proporcionarle a la víctima o víctimas un trato justo, humanitario.

## **Objetivos**

Identificar, a partir de la revisión de los protocolos y lineamientos vigentes tanto a nivel internacional como local, cuáles son las mejores prácticas científicas para la localización, análisis y gestión de restos humanos no identificados en estado de osamenta, los cuales han sido enterrados en fosas clandestinas, que permita proponer una intervención fundamentada en un marco ético jurídico de respeto a la dignidad de los muertos.

Realizar a través de la revisión de dichos protocolos una serie de observaciones que permitan distinguir las buenas prácticas en el procesamiento de una fosa clandestina, así como identificar plenamente cuáles no lo son. Esto permitirá que el especialista forense pueda desempeñarse de forma coordinada, homologada, con perspectiva de derechos humanos y dignidad para los muertos, en todo momento, desde un marco ético y profesional.

Colaborar con los expertos en la materia, peritos, técnicos forenses, así como capacitadores, en localizar e indagar acerca de áreas de interés o de oportunidad en los protocolos ya existentes, así como nuevas propuestas que puedan surgir a raíz de su experiencia, todo esto para poder lograr un trabajo de calidad y sobre todo un trabajo que pueda servir como base homologada en los estados de la república.

## **Metodología**

La presente investigación fue abordada desde un enfoque mixto, debido a que se utilizaron estadísticas de fuentes oficiales, datos duros de ONG's que permitan medir el fenómeno de las fosas clandestinas, para poder identificar causas y efectos de estas, así como los protocolos y formas de intervención aplicables al día de hoy en diversas zonas, tanto de forma local como internacional. Se describirán cualidades del fenómeno arrojando recomendaciones específicas para su aplicación en el estado de Querétaro.

Asimismo, se realizará un análisis de las múltiples realidades objetivas acerca del tema, con un alcance de investigación de tipo correlacional debido a que se identificarán las variables que componen el fenómeno evaluando la relación que exista entre ellas.

Para ello se realizó la revisión de protocolos relacionados al fenómeno de fosas clandestinas y su intervención, desde el punto de vista de diferentes enfoques.

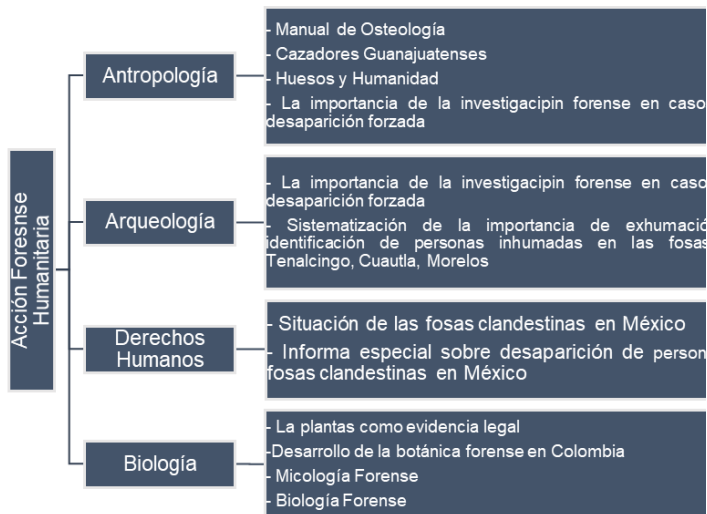


Figura 1: Enfoques desde los que se ha estudiado el fenómeno de fosas clandestinas.

Los protocolos revisados son de alcance tanto local como internacional emitidos por instituciones de gobierno y ONG's.

Se procedió a revisar cada protocolo desde un punto de vista objetivo en el que se evaluarán tanto las fortalezas como las áreas de oportunidad de dicho protocolo, siempre manteniendo la dignidad de la persona fallecida como prioridad y derecho fundamental dentro de la investigación.

## Resultados

En primer lugar, se llevó a cabo la búsqueda y recopilación de protocolos, documentos y archivos que hablan del tema de fosas clandestinas, no sólo en México sino a nivel internacional. Una vez recabados esos documentos se procedió a ordenarlos por grado de relevancia para continuar con su lectura y análisis individual.

Realizando el análisis de cada protocolo se pudieron identificar los datos más importantes, los cuales se vaciaron en bitácoras y hojas de trabajo electrónicas.

Además del trabajo que se realizó con la investigación de archivos se consultaron otras fuentes de información, en este caso se programaron y realizaron entrevistas a expertos forenses.

Las entrevistas estaban dirigidas principalmente a expertos en materia de Criminalística de campo, Medicina Legal, Entomología Forense y Antropología Forense, los cuales, en la mayoría de casos, ya han tenido algún contacto con el fenómeno de fosas clandestinas en su área laboral.

El objetivo principal de realizar estas entrevistas fue el de conocer sus opiniones como expertos respecto a la realidad del fenómeno de fosas clandestinas, así como la aplicación que ellos pudieron darle a los protocolos revisados, y por supuesto, conocer las implicaciones prácticas y metodológicas que estas aplicaciones conllevan, además de solicitarles una retroalimentación o que nos indicaran áreas de oportunidad que se pueden implementar para dichos protocolos.

Gracias a estas consultas tanto de archivos como de las opiniones de expertos, se pudo realizar una recopilación de buenas prácticas en la búsqueda, localización, intervención y procesamiento de fosas clandestinas, todo esto con miras desde la perspectiva ética y el tratamiento digno de los restos y sus familiares.

Se realizó además un cotejo, encontrando puntos en común acerca de las buenas prácticas que se realizan tanto en México como en otros países, lo cual nos permite acercarnos a un protocolo más acertado y eficiente.

Así mismo se realizaron también observaciones y recomendaciones, tanto por parte de los expertos como de la revisión y cotejo de los protocolos, lo cual permitió averiguar cuáles eran los principales errores cometidos, y las áreas de oportunidad para mejorar o eliminar estos.

Todo esto realizándose para poder asegurar un correcto procesamiento lo cual permitirá coadyuvar en mejor y mayor medida a los órganos de procuración de justicia.

Se destacan las siguientes recomendaciones generales al momento de investigar el fenómeno de fosas clandestinas:



Todo el personal (incluidos los expertos forenses) deberían recibir una formación específica, a cargo de profesionales, en relación con:

- a) Las reacciones psicológicas que pueden presentar las víctimas de traumas;
- b) El riesgo de traumas secundarios para las personas que trabajan con víctimas de traumas;
- c) Los medios que puede utilizar el personal para protegerse contra traumas secundarios y el estrés laboral.
- d) Procurar en todo momento la dignidad humana de las víctimas encontradas en las fosas clandestinas y el respeto de sus derechos humanos, otorgando un digno tratamiento forense.

Se revisaron además las recomendaciones emitidas por el Comité Internacional de la Cruz Roja, destacando estas cuatro etapas de investigación como principios fundamentales al momento de la intervención en fosas clandestinas.

## Recomendaciones CICR:

Las cuatro etapas son:

1. Examen de la escena: según el incidente y el lugar donde ocurrió, puede tomar días o incluso semanas para que todas las víctimas y sus propiedades sean recuperadas.
2. Datos post mortem o PM: los restos humanos son examinados por especialistas para detectar evidencia forense para ayudar a identificar a la víctima. Esto puede incluir:
  - a. Huellas digitales: si están disponibles, son altamente confiables, pero como las huellas digitales de la mayoría de

las personas no están registradas, pueden tener un valor limitado;

- b. Odontología - o examen dental. Los dientes proporcionan una de las formas de identificación más confiables, ya que son altamente durables y la mayoría de las personas tienen registros dentales;
- c. Perfiles de ADN: se pueden hacer comparaciones directas de una víctima y un perfil tomado de su hogar, por ejemplo, con un cepillo de pelo. Las comparaciones indirectas también se pueden hacer usando el ADN de los padres;
- d. Indicaciones físicas: tatuajes, cicatrices o implantes quirúrgicos que pueden ser exclusivos de la víctima

La identificación visual no se considera precisa.

3. Datos ante mortem o AM: los registros médicos y dentales, las huellas digitales y el ADN se recuperan de los hogares de las víctimas o son proporcionados por miembros de la familia.
4. Reconciliación: una vez que se recopilan los datos de AM y PM, un equipo de especialistas compara y concilia los dos conjuntos de información para identificar a las víctimas.

## Discusión y conclusiones

Como conclusiones se pudieron establecer los primeros lineamientos o recomendaciones para el tratamiento de fosas clandestinas, considerando no

sólo lo que está escrito en protocolos, sino además considerando la realidad actual.

Se pudo denotar nuevamente la importancia de un correcto procesamiento de las fosas clandestinas, desde que se tiene conocimiento de su existencia hasta el momento en el que se resguardan los hallazgos, y demás procedimientos subsecuentes. Se resaltó además la parte negativa que conlleva en no seguir estos protocolos o no realizarlos de forma completa, profesional y homologada con otros estados y/o países.

## **Agradecimientos**

Quisiera agradecer primero a la Universidad Autónoma de Querétaro por impulsar un programa en el que se pueden realizar y complementar actividades de aprendizaje multidisciplinarias que permitan a los estudiantes colaborar con expertos en las áreas de interés. Todo esto conlleva que para nosotros como alumnos exista un mayor interés en lo que estamos estudiando, además de un acercamiento a la realidad y un conocimiento generado invaluable.

Quisiera agradecer además al profesor Juan Alberto Hernández Pichardo por su tiempo y paciencia en toda la etapa de investigación, así como su ayuda en todo momento.

Agradezco también a los expertos forenses que dedicaron tiempo valioso a las entrevistas y resoluciones de dudas, siempre desde una postura imparcial, ética y profesional.

## **Referencias**

PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA (2015) Protocolo para el Tratamiento e Identificación Forense. MÉXICO.

CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (2017) Ley General en materia de desaparición forzada de personas, desaparición cometida por particulares y del sistema nacional de búsqueda de personas. MÉXICO.

Comité Internacional de la Cruz Roja. (Noviembre de 2004). Prácticas operacionales idóneas en relación con el tratamiento de los restos. Recuperado el 07 de Agosto de 2019, de <https://www.icrc.org/es/doc/assets/files/other/icrc-003-0858.pdf>

# Síntesis del nanocompósito fotoluminiscente BCNO/SiO<sub>2</sub>

O. Carreño<sup>1</sup>, L. A. Martínez-Chávez<sup>1</sup>, K. Esquivel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro 76010; osvacarre2@hotmail.com (O. C)

\* Correspondencia: karen.esquivel@uaq.mx; Tel.: +52-442-192-12-00 (ext. 65401)

## Resumen

La fosforescencia es una propiedad óptica que surge del fenómeno de la fotoluminiscencia, que a su vez proviene de la luminiscencia. En la actualidad, la forma más común de volver una superficie fosforescente es recubrir el área deseada con pintura fosforescente comercial. Por lo general, estas pinturas están basadas en compuestos dopados con elementos pertenecientes al grupo de tierras raras lo cual eleva el costo de producción, genera cierto grado de toxicidad además de ser poco amigable ambientalmente hablando. En metodologías reportadas en la literatura, existen compuestos fosforescentes que podrían resultar en una opción para lograr que superficies como el concreto adquieran esta propiedad óptica. En esta investigación se presenta una metodología con la cual se planea incorporar un nanocompósito de oxinitruro de carbono de boro (BCNO) con nanopartículas de sílica (SiO<sub>2</sub>) que, al ser incorporado a una matriz como el concreto, pueda otorgarle una propiedad fotoluminiscente.

**Palabras clave:** fotoluminiscencia, fosforescencia, microondas, BCNO, SiO<sub>2</sub>.

## Abstract

Phosphorescence is an optical property that arises from the phenomenon of photoluminescence, which in turn comes from luminescence. At present, the most common way to return a phosphorescent surface is to coat the desired area with commercial phosphorescent paint. In general, these paintings are based on compounds doped with elements belonging to the rare earth group, which raises the cost of production, generates a certain degree of toxicity as well as being environmentally unfriendly. In methodologies reported in the literature there are phosphorescent compounds that could result in an option to make surfaces such as concrete acquire this optical property. This research presents a methodology with which it is planned to incorporate a boron carbon oxynitride nanocomposite (BCNO) with silica nanoparticles (SiO<sub>2</sub>) that, when incorporated into a matrix such as concrete, can give it a photoluminescent property.

**Keywords:** photoluminescence, phosphorescence, microwave, BCNO, SiO<sub>2</sub>.

## Introducción

La luminiscencia, es la emisión de luz que experimentan ciertos materiales. Esta emisión ocurre después de que un material apropiado haya absorbido energía procedente de una fuente de energía, que puede ser en forma de radiación de frecuencia alta en relación con la de emisión, es decir, ultravioleta o rayos X, o en otras formas, como haces de electrones, reacciones químicas, etc. La eficiencia de la luminiscencia depende del grado de transformación de la energía de excitación en luz (Pérez Expósito & Jesús, 2018).

En la actualidad la iluminación consume grandes cantidades de electricidad y el desarrollo y la penetración de una iluminación de alta eficiencia es un problema urgente (Takeda, Xie, Suehiro, & Hirosaki, 2018). La lámpara incandescente barata y generalizada desperdicia la mayor parte de la electricidad como calor. La lámpara fluorescente

contiene vapores de mercurio peligrosos en el tubo de presión (Takeda et al., 2018).

En la actualidad, se buscan energías alternas que puedan disminuir el costo de la iluminación, un ejemplo es la energía solar o fotovoltaica. Sin embargo, la tecnología fotovoltaica todavía es demasiado cara para ser utilizada en el ámbito común. Su principal desventaja reside en que es una energía diluida e intermitente, por lo que requiere un sistema de acumulación, una batería (Sarmiento, 2007). Aunado a esto, la cantidad de energía eléctrica que se puede obtener a partir de la radiación solar, la eficiencia cuántica, no es superior al 25% para un panel solar residencial (Energy, Reliability, & Warranty, n.d.).

Un tipo común de aparato, como una lámpara, usa uno o más paneles fotoeléctricos que están asociados operativamente con alguna forma de motor de accionamiento eléctrico. Existen varios inconvenientes con este tipo de mecanismo, incluida la naturaleza frágil de los paneles fotoeléctricos y la necesidad de tener una fuente de energía eléctrica, como la energía de la batería o la electricidad generada a partir de los paneles solares. Este tipo de aparatos requiere un grado relativamente alto de servicio, mantenimiento y reparación, lo cual se ve reflejado en el costo del mismo, y por lo tanto no encuentra un uso particular en ubicaciones remotas (Patterson, 2007).

La fotoluminiscencia es producida por la radiación electromagnética incidiendo sobre la materia, desde luz visible hasta ultravioleta. La longitud de onda de la luz emitida generalmente es igual o mayor que la de la luz incidente (es decir, de igual o menor energía). Esta diferencia de energía se transforma en energía de vibración no radiativa de los átomos o iones (Pérez Expósito & Jesús, 2018).

Existen dos tipos de fenómenos dentro de la fotoluminiscencia. La fluorescencia, que refiere a un material que absorbe una onda de radiación incidente, produce emisión de luz visible con tiempo de vida relativamente corta (milésimas de

segundo) y deja de ser percibida al cesar la causa que la produce. Y la fosforescencia, que designa como fosforescentes a las sustancias que presentan la propiedad de brillar durante largo tiempo después de ser excitadas (Martínez & Moctezuma, 2006; Pérez Expósito & Jesús, 2018).

El oxinitruro de carbono de boro (BCNO) es un material fosfórico, sintetizado por primera vez en el 2008, que no contiene metales de tierras raras, compuesto de boro (B), carbono (C), nitrógeno (N) y oxígeno (O). BCNO puede ser un material fluorescente alternativo para aplicaciones de iluminación. El BCNO se puede preparar mediante varias técnicas, como calentamiento simple (horno), síntesis hidrotérmica, electro spinning y calentamiento por microondas (Irfana Diah Faryuni et al., 2014; Yan et al., 2014).

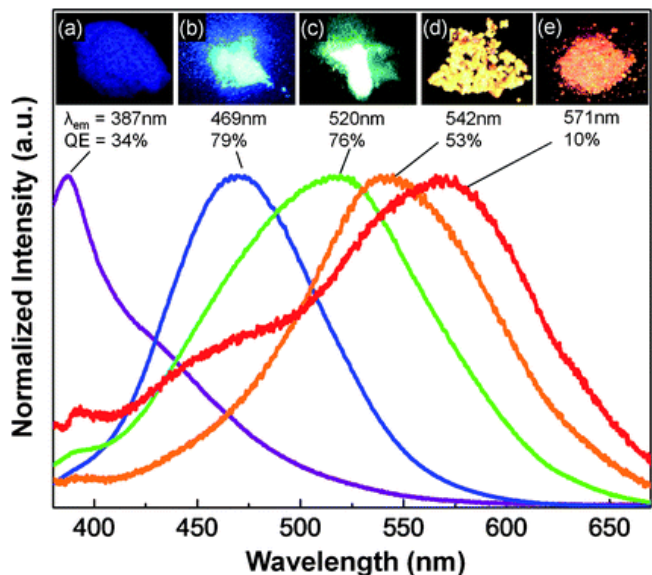


Figura 1 BCNO con diferentes longitudes de onda de emisión (Wang, Ogi, Kaihatsu, Iskandar, & Okuyama, 2011)

Este compuesto es un semiconductor amorfo, tiene un amplio rango de excitación, es capaz de emitir diversas longitudes de onda (como se muestra en la Figura 1), tiene una gran eficiencia cuántica, no es tóxico y existen métodos de síntesis simples, de bajo costo y amigables al ambiente (Bhattacharyya et al., 2019; Ogi, Kaihatsu, Iskandar, Wang, & Okuyama, 2008;

Tippo, Singjai, Choopun, & Sakulsermsuk, 2018; Yan et al., 2014).

Las nanopartículas de  $\text{SiO}_2$  se han reportado en la literatura en diversas publicaciones debido a la transparencia en la región visible y las buenas propiedades térmicas (Nuryadin et al., 2011). Además, se ha descrito que mejora sus propiedades en cuanto la homogeneidad y el rendimiento cuántico de su fotoluminiscencia (Irfana Diah Faryuni et al., 2014). El efecto del  $\text{SiO}_2$  en los espectros de luminiscencia y la uniformidad de las partículas de BCNO está fuertemente asociado con las propiedades térmicas del  $\text{SiO}_2$ . Sin las nanopartículas de  $\text{SiO}_2$ , el flujo de calor se limitó principalmente a la superficie de la muestra debido a la baja conductividad térmica de BCNO (Irfana Diah Faryuni et al., 2014; Nuryadin et al., 2011).

## Objetivos

- ❖ Sintetizar el nanocompuesto BCNO/ $\text{SiO}_2$ 
  - Determinar las condiciones óptimas de síntesis.
  - Comprobar la propiedad fotoluminiscente.

## Metodología

Para esta investigación se ocupó como base diversas publicaciones de tal manera que pudieran acoplarse como una sola para así sintetizar el nanocompuesto BCNO/ $\text{SiO}_2$  (Chen, Zhao, Mao, Wang, & Bie, 2017; I. D. Faryuni et al., 2017; Irfana Diah Faryuni et al., 2014; Iwasaki, Ogi, Iskandar, Aishima, & Okuyama, 2015; Zhang et al., 2014).

Se preparó una solución de 0.7g de ácido cítrico monohidratado (J.T. Baker), 0.6g de ácido bórico (J.T. Baker) y 0.35g de tiourea (Meyer) y/o nitrato de amonio (Meyer), en agua destilada. Cada uno de uno de estos reactivos como fuente de Carbono, Boro y Nitrógeno respectivamente. Esto con la finalidad de seguir la proporción molar 1C:1B:2N que ha reportado presentar una

emisión de luz azul y un rendimiento cuántico superior al 50%.

Además, se agregó una porción de 3% p/p de nanopartículas de  $\text{SiO}_2$  para promover las propiedades fotoluminiscentes del nanocompuesto.

Esta solución se llevó a una vigorosa agitación magnética a  $110^\circ\text{C}$  con el objetivo de reducir la cantidad de agua presente en la solución hasta llevarla al mínimo posible, evitando que los precursores volvieran a cristalizar.

Posteriormente se trasvasó a una capsula de porcelana para ser llevada a un microondas comercial de 700W de potencia por 1 ó 2 intervalos de 20 segundos.

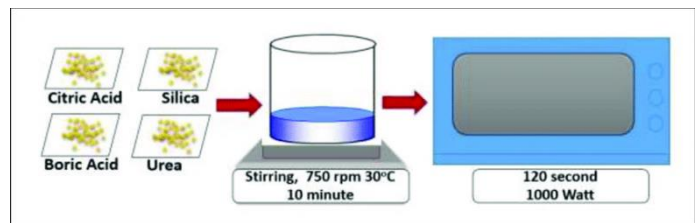
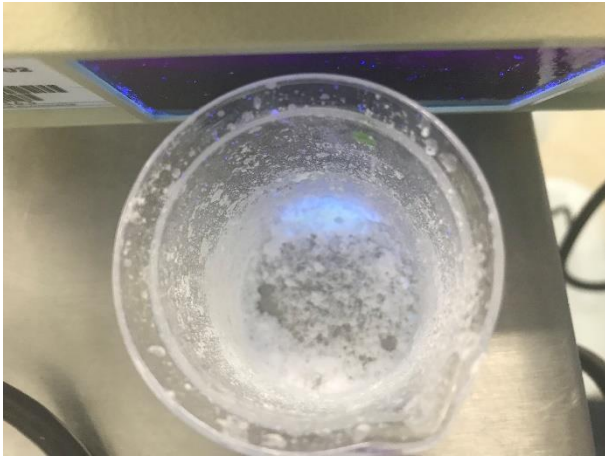


Figura 2: Síntesis por microondas del nanocompuesto BCNO/ $\text{SiO}_2$  (I. D. Faryuni et al., 2017)

Finalmente se comprobó por medio de una lámpara de UV de 365 nm la propiedad fotoluminiscente presente.

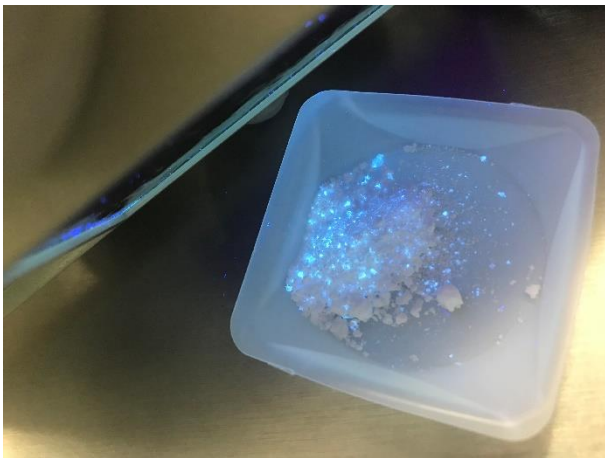
## Resultados

Dentro de las primeras pruebas se experimentó llevando a cabo la reacción tal como se muestra en la Figura 2, con lo cual se obtuvo una aparente mancha que al ser observada con UV presentaba un brillo azul, como se observa en la Figura 3

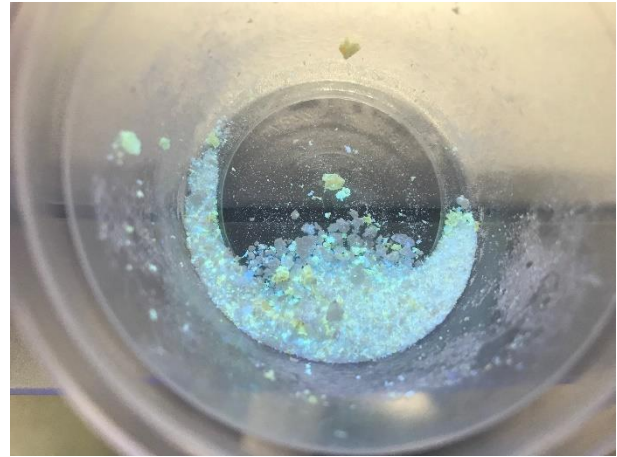


*Figura 3 BCNO/SiO<sub>2</sub>, primeros experimentos*

Se trató de implementar un vial de teflón con la finalidad de ayudar a reducir el volumen de agua en la solución, logrando obtener mayor cantidad de cristales fotoluminiscentes y diferentes coloraciones, como se observa en las Figura 4 y Figura 5.

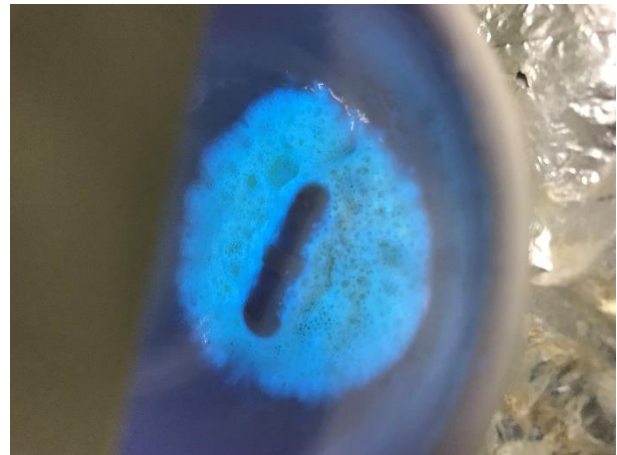


*Figura 4 BCNO/SiO<sub>2</sub>, síntesis asistida por vial de teflón*



*Figura 5 BCNO/SiO<sub>2</sub>, diferentes coloraciones*

Posteriormente se optó por realizar la evaporación de agua en una plancha de calentamiento obteniendo así un resultado más homogéneo del compuesto resultante, como se ve en la Figura 6.



*Figura 6 BCNO/SiO<sub>2</sub>, resultado homogéneo*

Por último, se comprobó la diferencia entre ocupar tiourea y nitrato de amonio como reactivos fuente de nitrógeno. El nitrato de amonio resultaba en un producto constante pero incapaz de molerse debido a su aglomeración por la humedad absorbida, mientras que la tiourea presentaba una reacción menos homogénea pero capaz de ser reducida de tamaño a partículas finas. Decidiendo así ocupar ambos para obtener una reacción homogénea con una consistencia ideal para moler y obtener polvos, como se muestra en la Figura 7.

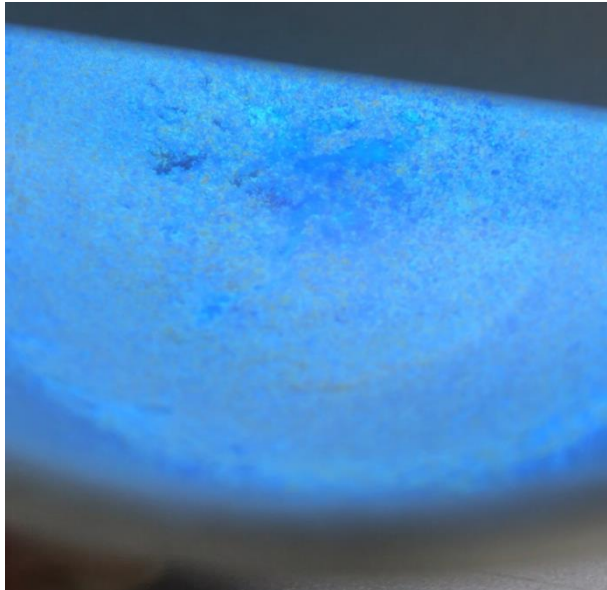


Figura 7 BCNO/SiO<sub>2</sub>, ocupando nitrato de amonio y tiourea como fuentes de nitrógeno

## Discusión y conclusiones

Se logró sintetizar con éxito el nanocompuesto BCNO/SiO<sub>2</sub> al determinar las condiciones óptimas para llevar a cabo la síntesis y se logró obtener un compuesto fotoluminiscente.

Se puede inferir que los primeros resultados carecían de uniformidad debido a que, si la evaporación se lleva a cabo durante el microondas, el burbujeo que se presenta evita que se lleve a cabo la reacción en todas las zonas.

Aunado a esto, la morfología del recipiente donde se lleva a cabo la reacción resulta importante debido a que, una capsula de porcelana que cuenta con un centro semiesférico a diferencia de un vaso de precipitado, logra reunir los reactivos.

En general, se obtiene más luminiscencia usando el nitrato de amonio como precursor fuente de nitrógeno debido a que es un agente oxidante que funge también como fuente de oxígeno. Pero, la consistencia obtenida resulta ser altamente higroscópica, al igual que este reactivo.

Finalmente, al ocupar nitrato de amonio y tiourea como fuentes de nitrógeno, se logró obtener un

polvo uniformemente luminiscente ideal para su posible incorporación en matrices como el concreto.

Estos polvos serán caracterizados más adelante en un espectrofluorómetro para determinar su longitud de onda de excitación y de emisión y así corroborar su carácter fotoluminiscente.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Querétaro por la beca otorgada por parte del programa de Verano XXX y en particular al laboratorio de materiales nanoestructurados y funcionales, por proporcionar el material y equipo necesario para llevar a cabo esta investigación y al FOFI 2018 con el proyecto FIN201810.

## Referencias bibliográficas

- Bhattacharyya, P., Sahoo, S., Seikh, A. H., Mohammed, S. M. A. K., Sarkar, A., & Alharthi, N. (2019). Synthesis, characterization and optical property study of BCNO and BCN related nanopowder. *Diamond and Related Materials*, 92, 235–241. <https://doi.org/10.1016/J.DIAMOND.2019.01.006>
- Chen, J., Zhao, Y., Mao, Z., Wang, D., & Bie, L. (2017). Microwave synthesis of non-crystalline BCNO phosphors using thiourea as nitrogen source and their tunable luminescence. *Chemical Physics Letters*, 669, 171–175. <https://doi.org/10.1016/J.CPLETT.2016.12.048>
- Energy, H. L., Reliability, B., & Warranty, B. (n.d.). The SunPower Maxeon® Solar Cell Conventional Panel SunPower® X-Series 12% More Power in Year 25 SunPower® E-Series and X-Series Conventional Panel. <https://doi.org/10.1109/PVSC.2013.6744437>
- Faryuni, I. D., Ramdhani, F., Sampurno, J., Nuryadin, B. W., Noor, F. A., & Iskandar, F. (2017). Microwave Synthesis of BCNO/SiO<sub>2</sub>Nanocomposite Material. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/214/1/012016>
- Faryuni, Irfana Diah, Nuryadin, B. W., Iskandar, F., Abdullah, M., Khairurrijal, Ogi, T., & Okuyama, K. (2014). Synthesis and photoluminescence of BCNO/SiO<sub>2</sub> nanocomposite phosphor materials. *Journal of Luminescence*, 148, 165–168. <https://doi.org/10.1016/J.JLUMIN.2013.12.033>

- Iwasaki, H., Ogi, T., Iskandar, F., Aishima, K., & Okuyama, K. (2015). Microwave synthesis of homogeneous and highly luminescent BCNO nanoparticles for the light emitting polymer materials. *Journal of Luminescence*, *166*, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2015.05.012>
- Martínez, M., & Moctezuma, C. (2006). ESPECTROFLUORIMETRÍA. *Mexico: UNAM*.
- Nuryadin, B. W., Faryuni, I. D., Iskandar, F., Abdullah, M., Iskandar, F., & Abdullah, M. (2011). Effect of Silica Nanoparticles on the Photoluminescence Properties of BCNO Phosphor (pp. 171–174). <https://doi.org/10.1063/1.3667249>
- Ogi, T., Kaihatsu, Y., Iskandar, F., Wang, W.-N., & Okuyama, K. (2008). Facile Synthesis of New Full-Color-Emitting BCNO Phosphors with High Quantum Efficiency. *Advanced Materials*, *20*(17), 3235–3238. <https://doi.org/10.1002/adma.200702551>
- Patterson, M. T. (2007, July 10). Solar tracking apparatus. Google Patents.
- Pérez Expósito, M. J., & Jesús, M. (2018). Estudio y desarrollo de materiales fotoluminiscentes con pigmentos de alta emisión en soporte vítreo sinterizado. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/1933>
- Sarmiento, P. (2007). *Energía solar en arquitectura y construcción*. RIL editores.
- Takeda, T., Xie, R.-J., Suehiro, T., & Hirosaki, N. (2018). Nitride and oxynitride phosphors for white LEDs: Synthesis, new phosphor discovery, crystal structure. *Progress in Solid State Chemistry*, *51*, 41–51. <https://doi.org/10.1016/J.PROGSOLIDSTCHEM.2017.11.002>
- Tippo, P., Singjai, P., Choopun, S., & Sakulsermsuk, S. (2018). Preparation and electrical properties of nanocrystalline BCNO. *Materials Letters*, *211*, 51–54. <https://doi.org/10.1016/J.MATLET.2017.09.076>
- Wang, W.-N., Ogi, T., Kaihatsu, Y., Iskandar, F., & Okuyama, K. (2011). Novel rare-earth-free tunable-color-emitting BCNO phosphors. *Journal of Materials Chemistry*, *21*(14), 5183. <https://doi.org/10.1039/c0jm02215b>
- Yan, S., Zhang, X., Lu, Z., Yu, M., Xu, X., Lin, J., ... Tang, C. (2014). Facile synthesis and photoluminescent properties of BCNO phosphors for white light emitting diodes application. *Ceramics International*. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.12.020>
- Zhang, X., Li, L., Lu, Z., Lin, J., Xu, X., Ma, Y., ... Tang, C. (2014). Effects of carbon and oxygen impurities on luminescence properties of BCNO phosphor. *Journal of the American Ceramic Society*. <https://doi.org/10.1111/jace.12645>



# El salario después de la crisis: la educación superior como coadyuvante

Monserrat Carrillo de León,  
mcarrillodl@outlook.com

Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal, profesor  
investigador de la Facultad de Contaduría y  
Administración, UAQ enriquekato@uaq.mx

## Resumen

La presente investigación provee de evidencia empírica sobre la diferencia salarial para los trabajadores con educación terciaria en México. Utilizando los microdatos de la encuesta de empleo de México se conformaron pseudo paneles para estudiar la evolución salarial después de seis años para cuatro trayectorias laborales con distintos momentos del ciclo económico, con particular énfasis en la crisis del 2008. Esto con el propósito de evaluar el papel que la educación superior juega en el salario de los jóvenes mexicanos. Se obtuvieron las tasas de variación salarial para el grupo de jóvenes y adultos según año de entrada, así como las tasas para cada trayectoria al finalizar su periodo. Nuestros resultados indican que, aunque la educación superior contribuye a disminuir los efectos negativos de la recesión en el ingreso, esto solo es cierto para las cohortes jóvenes. Las estimaciones para los adultos muestran un rezago en el ingreso nominal de aquellos trabajadores con educación universitaria posterior a la recesión, que marca una tendencia de largo plazo. A su vez, se observa que la educación superior para las cohortes jóvenes incide de manera positiva en su ingreso después de la crisis del 2008.

**Palabras clave:** Ingreso; Cohortes; Educación superior; Ciclo económico

## Abstract

The present research provides empirical evidence about the wage differences for the college educated workers. Using the microdata reported in the Mexican labour surveys we developed pseudo panels to study the wage evolution after six years for four work trajectories with different moments in the business cycle, making particular emphasis in the 2008 crisis. This with the purpose of evaluating the role of the higher education for young Mexican workers. We obtained the wage variation rate for the young and adult cohorts according their entry year, as well as the rates for each trajectory at the end of their term. Our results indicate that, even though the college education contributes to diminish the negative effects on wages, this is only true for younger cohorts. The estimations for the adults showed a fall back in the nominal wages of those with a college degree after the recession, which traces a long term tendency. Moreover, our findings show a positive impact in the income for young cohorts with tertiary education after the 2008 crisis.

**Key words:** Income; Cohorts; College education; Business cycle.

## Introducción

La educación superior supone una inversión a mediano plazo. Los individuos que eligen aumentar su capital humano, esto es su nivel de habilidad y/o conocimientos, lo hacen por el retorno que supone en su salario una vez que inicien su trayectoria laboral. Deciden dejar de percibir un salario en la actualidad por la promesa de un salario mayor a futuro.

La diferencia entre el nivel educativo de los trabajadores, y por consiguiente en su nivel de capacidades y productividad laboral, explica en buena medida la diferencia salarial. Actualmente, múltiples estudios examinan esta brecha en el salario a lo largo del tiempo como una manera de estimar si los beneficios en el ingreso de trabajadores con educación universitaria superan, y en qué medida lo hacen a los que ostentan trabajadores con un menor

nivel educativo (Benita, 2014; Campos-Vazquez, Lopez-Calva y Lustig, 2016; Guvenen, Kaplan, Song y Weidner, 2017).

La evidencia para México según Campos et al. (ibid) indica que la diferencia salarial ha venido disminuyendo, mientras que el grado de escolaridad promedio ha aumentado, pasando de 8.6 años en el 2010 a 9.1 años en 2015. Esto significa que los individuos invierten más años estudiando, pero obtienen menores recompensas en su ingreso. Lo anterior se enmarca en una tendencia a la baja en el ingreso real de varios países que incluye a México (Carrillo-Tudela, Hobijn, She y Visschers, 2016; Guvenen et al. (op. cit.).

Benita (2014) a su vez, documenta cambios en la brecha salarial según cohorte y nivel académico. Donde sus hallazgos marcan que “en el mercado laboral actual es más fácil sustituir trabajadores calificados por trabajadores no calificados que reemplazar trabajadores mayores con trabajadores jóvenes” (p. 171). Particularmente muestra que la brecha entre cohortes jóvenes y maduros con el mismo nivel académico se agrandó después de la crisis del 2008. Igualmente, los resultados de Campos-Vazquez et al. (Op. cit.) reporta un aumento de la brecha entre los trabajadores mayores y los jóvenes con el mismo nivel académico, lo que muestra un “efecto de obsolescencia de las habilidades”.

Por otra parte, las secuelas de las crisis económicas trascienden el periodo en el que tienen lugar. No sólo la calidad del empleo es procíclico (Barlevy, 2002), sino que las condiciones precarias que existen durante una recesión económica hacen eco en el ingreso y en otros aspectos laborales de aquellas generaciones que comienzan su trayectoria en dichos periodos, conocido como *efecto cicatriz*.

Las recesiones económicas implican para los jóvenes iniciar su trayectoria en las peores condiciones posibles: menores posibilidades de empleo debido a la escasez de demanda y a una mayor selectividad a

la hora de contratar personal por parte de los empleadores, salarios menores como consecuencia de lo anterior, y una mayor propensión a ser despedidos por una menor acumulación de capital humano en contraste con trabajadores mayores (Marquez-Scotti, 2015). Como consecuencia, acumulan tiempo desempleados, lo que conlleva a la depreciación de su capital humano.

Por lo que los jóvenes enfrentan durante periodos de recesión, el peor escenario para ingresar al mercado laboral: mayores dificultades para acceder a él, condiciones laborales más precarias, una mayor propensión al desempleo, inherente a su grupo y como consecuencia del ciclo, así como la posibilidad de un efecto negativo y de largo plazo sobre su ingreso por iniciar su trayectoria en un año de crisis. Esto plantea un grave problema, no sólo en lo individual, sino en los costos económicos de la etapa recesiva que perviven más allá del periodo en cuestión.

El presente trabajo contribuye a las explicaciones sobre la reducción del premio a la educación superior, vistas a través de los diferentes momentos del ciclo económico para los jóvenes mexicanos. Mientras que trata de analizar las diferencias salariales entre cohortes, también se estudian las secuelas de las crisis económicas y en general de los momentos del ciclo económico mexicano que atraviesan las cohortes seleccionados durante el inicio de la trayectoria laboral. Se examina no solo el año de inicio, sino también la influencia del ciclo económico en el salario según ocupación en el empleo, nivel educativo y grupo de edad. A su vez, estudiaremos qué tanto amortigua la educación superior los periodos de recesión económica.

Poder determinar los grupos más afectados permite a los generadores de políticas públicas generar soluciones más efectivas y eficaces para aliviar las secuelas de las crisis económicas en el mercado laboral.

## **Objetivos**

Proponemos dos objetivos

i) estimar el ingreso longitudinal de jóvenes y adultos en el período 2007 – 2017 y observar las diferencias, en particular para los trabajadores con estudios universitarios.

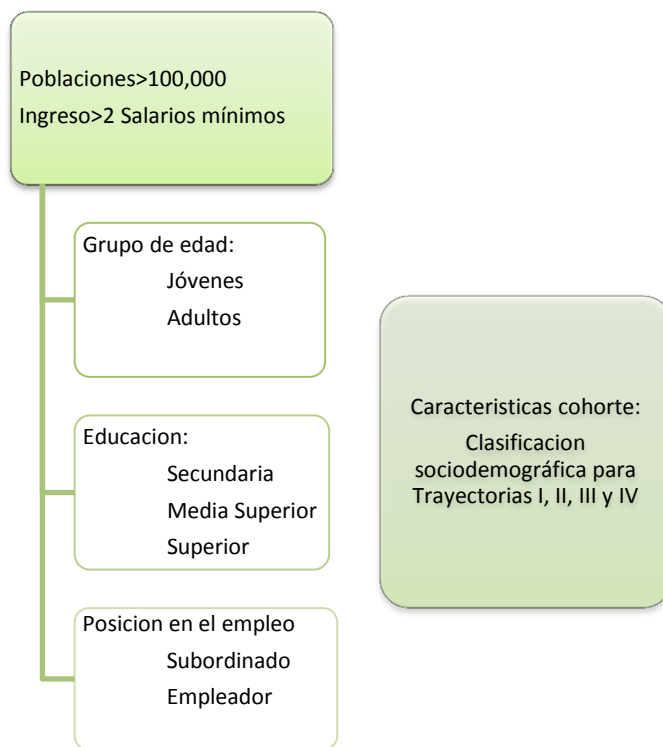
ii) calcular la evolución del salario de diferentes grupos socioeconómicos (v. gr. jóvenes y escolaridad) a lo largo de una trayectoria de seis años.

### Metodología

Con el propósito de estimar el impacto que tiene el momento del ciclo económico en el que se inicia la trayectoria laboral, se desarrolló un estudio de cohorte. La evidencia empírica en la que se basa el estudio proviene de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), reportado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se seleccionaron cuatro años iniciales (t) entre el 2007 y 2019, cuyo momento del ciclo económico es diferente entre sí, haciendo un seguimiento de su trayectoria salarial seis años posteriores (t+6), tal como se observa en la Figura 1.

Los años iniciales se consideraron según los datos proporcionados por el INEGI a través del Semáforo Económico, donde el año 2007 constituye decididamente un momento de expansión económica, el 2009 un momento donde la crisis del mercado inmobiliario estadounidense mostraba sus efectos en nuestro país, 2011 es una etapa de recuperación, mientras que el 2013 inicia en expansión, pero a mediados del año se entra en una leve crisis interna.

Fig. 1: Clasificación y estructura de la base de datos



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE.

Se elaboraron diferentes grupos a partir de los microdatos de la encuesta sociodemográfica, según los criterios: escolaridad, educación y posición en la ocupación, según se muestra en el cuadro 1. Siendo la evolución del salario del grupo de trabajadores jóvenes (24-29 años) el interés principal del trabajo, mientras que los trabajadores adultos (34-40 años) son el grupo de control.

Todo lo anterior permite dar un seguimiento a los grupos sociodemográficos y conformar un pseudo panel que muestre una mejor apreciación de la renta promedio para estas cuatro series.

Tabla 1: Descripción de las variables empleadas

<i>Variable</i>	<i>Descripción/Nomenclatura</i>
<b>Sexo</b>	Hombre: <b>1</b> ; Mujer: <b>0</b>
<b>Escolaridad</b>	Clasificación de los trabajadores según nivel académico, donde: <p><b>Secundaria:</b> ninguno, preescolar, primaria, secundaria.</p> <p><b>Media superior:</b> preparatoria/bachillerato, carrera técnica.</p> <p><b>Superior:</b> normal, profesional, maestría, doctorado.</p>
<b>Posición en el empleo</b>	Clasificación de la población ocupada según su relación con los medios de producción y con la propiedad de los bienes y servicios generados en el desempeño de su trabajo. <p><b>Subordinado:</b> Persona ocupada, en este caso remunerada, que trabaja para una unidad económica en la que dependen de un patrón, jefe o superior.</p> <p><b>Empleador:</b> trabajador independiente que emplea personas a cambio de una remuneración económica en dinero o en especie.</p>
<b>Grupo de edad</b>	Clasificación de los trabajadores según su edad, considerando únicamente aquellos bajo los criterios: <p><b>24-29:</b> Trabajadores que en el año inicial (<math>t</math>) tienen entre 24 y 29 años.</p> <p><b>35-40:</b> Trabajadores que en el año inicial (<math>t</math>) tienen entre 35 y 40 años.</p> <p><b>30-35:</b> Es el seguimiento del grupo de trabajadores jóvenes (24-29) en el año final correspondiente (<math>t+6</math>)*.</p> <p><b>41-46:</b> Es el seguimiento del grupo de trabajadores adultos (35-40) en el año final correspondiente (<math>t+6</math>)*.</p>
<b>Experiencia potencial</b>	Años de experiencia potencial en el mercado laboral, esto es la edad descartando 6 años y los años de estudio.
<b>Salario mínimo</b>	Criterio de selección bajo el cual se clasifica a los trabajadores en función de su ingreso medido en salarios mínimos, donde: <p><b>1:</b> Trabajadores cuyo ingreso es igual o superior a dos salarios mínimos.</p> <p><b>0:</b> Trabajadores cuyo ingreso es menor a dos salarios mínimos.</p>

---

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

Una vez realizada la clasificación para cada uno de las fechas seleccionadas, se calculó el logaritmo del salario nominal, siguiendo en parte la metodología de Campos-Vazquez et al. (Op. cit.), según la siguiente ecuación:

$$(1) \quad w_i = \beta_0 + \beta_1(g_i \times t_i) + \beta_2s_i + \beta_3Z_i + u_i$$

donde  $i = 1, \dots, 357\ 252$  trabajadores,  $g$  = es el valor asignado para cada grupo de edad correspondientes a los dos momentos de jóvenes y adultos (rangos de edad inicial y final de jóvenes (24-29 y 30-35) y adultos (35-40 y 41-46)),  $t = 2007, 2009, 2011, 2013, 2015$  y  $2017$ ,  $s$  es una variable indicadora de la escolaridad = 1 secundaria, 2 media superior, y 3 superior, y  $Z$  es un combinación lineal de las variables de control que incluye: sexo = 1 hombre y 2 mujer, posición en el empleo = 1 subordinado y 2 empleador, así como un término lineal y cuadrático para la experiencia laboral potencial; por último  $u$  es el error aleatorio de la ecuación.

El análisis de regresión se realizó para el grupo de jóvenes y posteriormente para los adultos como contraste, siendo  $\beta_1$  el coeficiente de interés que mide la diferencia salarial para cada grupo (jóvenes y adultos) en las cuatro trayectorias.

Se calculó el incremento salarial ( $\Delta\%w$ ) entre dos años para ambos grupos de edad según la ecuación:

$$(2) \quad \Delta\%w (k = \text{jóvenes, adultos}) = \beta((g = \text{final}) \times (t + 6)) - \beta((g = \text{inicial}) \times (t))$$

Finalmente se estimó la tasa promedio anual del incremento porcentual de cada grupo, como se muestra en la siguiente ecuación:

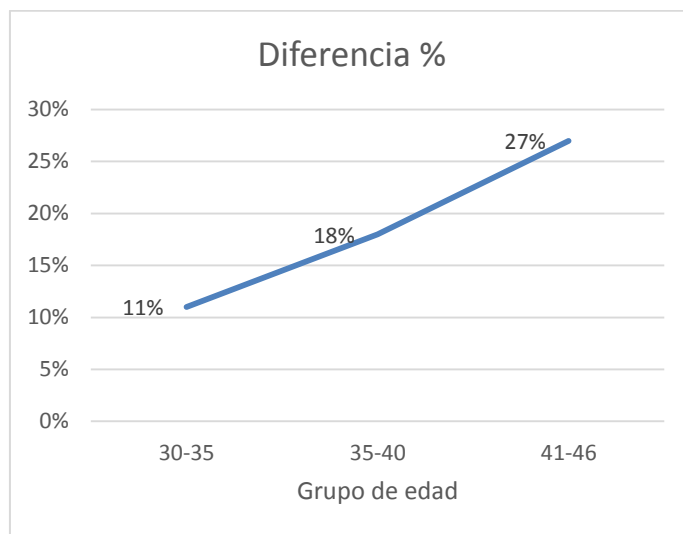
$$(3) \quad \Delta\%w = [(1 + \Delta\%w)^{1/6} - 1] * 100$$

## Resultados

La Figura 2 muestra las estimaciones según la ecuación 1 en donde se reportan las variaciones salariales tomando como referencia el grupo de edad de 24 a 29 años sin reportar diferencias de período, sexo, o escolaridad. Los resultados indican que el

grupo de 30-35 tienen un salario +11% mayor que los jóvenes, resultados consistentes con la literatura existente. Estas diferencias son más altas conforme aumenta el grupo de edad, llegando al 27% en el grupo de 41 a 46 años, edad donde la mayoría de los incrementos salariales ya ha sucedido y no hay una aceleración en el salario.

Fig. 2 México: Diferencia salarial con respecto a la categoría "24 a 29 años de edad"

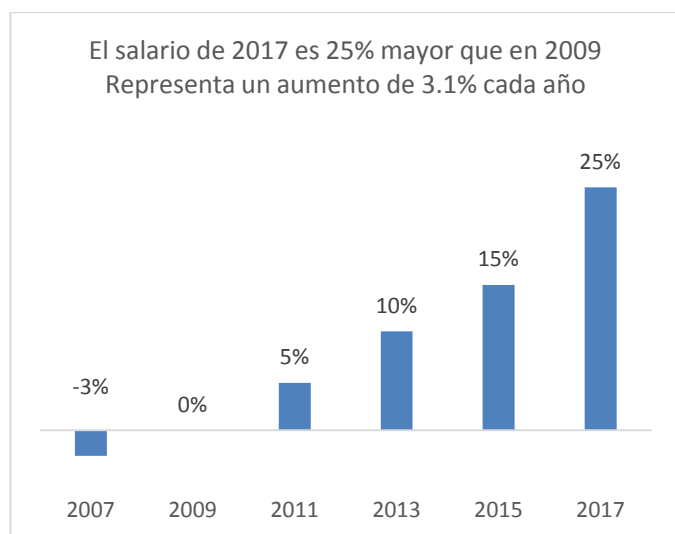


Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

Después de observar el comportamiento por grupos de edad, ahora se presenta la evolución salarial promedio en México en años recientes. La Figura 3 muestra la evolución del ingreso general (no diferencia entre grupos socioeconómicos) con respecto al 2009, dadas las estimaciones a partir de la ecuación 1. En ella se aprecian incrementos en el salario nominal para todos los momentos de inicio de la trayectoria laboral considerados en este estudio. En el 2007 existe una diferencia salarial con respecto del año base cercana al 3%. Los años 2011, 2013 y 2015 aunque superiores al 2009, su comportamiento muestra un crecimiento progresivamente menor con respecto del anterior; mientras que el 2017 observa una importante aceleración del ingreso, superior a cualquier otro momento. Esto significó un incremento del ingreso nominal del 2.7% promedio

anual, similar al 3% fijado como meta inflacionaria por el Banco de México.

**Fig. 3 México:** Diferencia del salario promedio respecto a 2009



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

La evolución salarial para cada trayectoria se presenta a continuación en la Tabla 4, donde se muestran las comparaciones entre la fecha inicial  $t$  con el año final  $t+6$ , para todos los grupos de edad, según la ecuación 2. La aceleración en el ingreso aumenta progresivamente con respecto del tiempo, según los años seleccionados. Las trayectorias que inician cerca de la crisis son muy similares en cuanto a su tasa media que ronda el +2%, sin embargo, la que tiene lugar en 2011 se despega significativamente hasta alcanzar un 3.1%, casi un punto porcentual con respecto de la trayectoria anterior. Finalmente, el 2013 alcanza 3.4% siendo aquella que conlleva el mayor incremento al finalizar en  $t+6$ .

**Tabla 2:** Incremento salarial promedio anual

Grupo	Trayectoria	TCMA
1	2007-2013	2.1%
2	2009-2015	2.3%
3	2011-2017	3.1%
4	2013-2017*	3.4%

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

Las estimaciones realizadas según la ecuación 3 que se presentan en la tabla 3, muestran las variaciones generales que se observaron al finalizar las cuatro trayectorias, independientemente del año. La mayor aceleración en el salario jóvenes sobre los adultos indicaría que los mayores incrementos salariales suceden en la primera etapa de la vida laboral.

**Tabla 3:** Evolución salarial al finalizar la trayectoria según grupo de edad

Grupo de edad	Aumento salarial (TCMA)
24-29 y 30-35	1.70%
35-40 y 41-46	1.55%

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

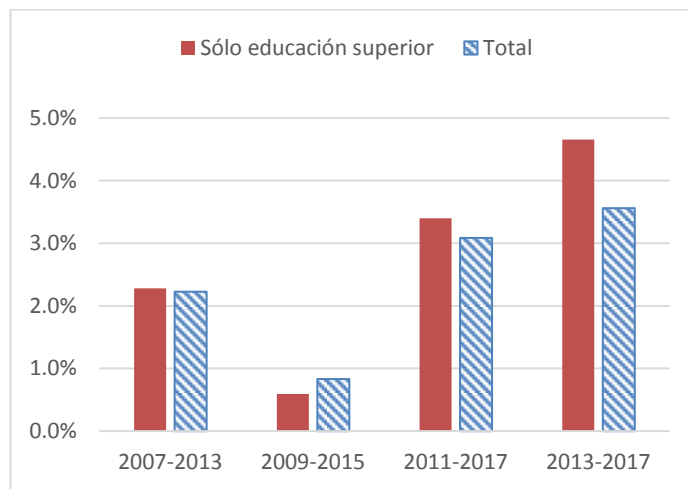
### *Salario y escolaridad universitaria*

Una vez delineada la condición general del ingreso para los años seleccionados, presentaremos los hallazgos sobre el grupo con Educación superior y así contrastar las diferencias salariales para dicho grupo.

La variación del ingreso de los jóvenes según su trayectoria para los grupos Educación superior y Total, expuesta en la Figura 4, muestra a la trayectoria que atraviesa la crisis económica del 2008 como la más afectada para ambos grupos. La recuperación que se observa en la trayectoria 2011-2017 es muy similar para ambos, sin embargo, en la última trayectoria termina habiendo una importante separación, donde los jóvenes con educación superior muestran un aumento en su ingreso de casi 5%, mientras que el grupo Total se queda rezagado en 3.6%.

Lo anterior indicaría un posible efecto secundario positivo de la crisis sobre los trabajadores con Educación superior en comparación con los demás niveles educativos.

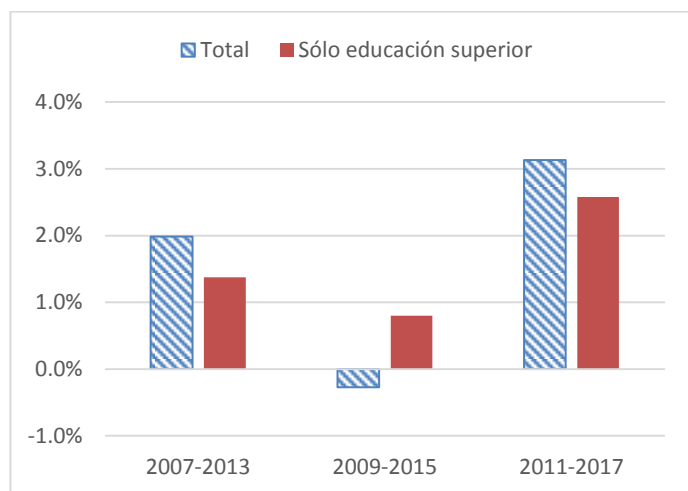
Fig. 4: Comparación crecimiento salarial jóvenes



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

Ahora bien, analizando el crecimiento salarial para los trabajadores adultos, como se muestra en la Figura 5, las tasas de crecimiento para los dos grupos (Total y con Educación superior) son más modestas que las de los jóvenes. A su vez, se observa que la caída de la trayectoria 2009-2015 es mucho más severa para el conjunto que agrupa a los trabajadores adultos más que para cualquier otro, incluyendo a los jóvenes.

Fig. 5: Comparación crecimiento salarial adultos



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENOE

## Discusión y conclusiones

Dadas las estimaciones realizadas para las trayectorias seleccionadas se observa que el salario es creciente conforme aumenta la edad de los trabajadores, situación confirmada ampliamente por la literatura existente (Duval y Orraca, 2011; Guvenen et al., op. cit.; Campos-Vazquez et al., op. cit) y que se corrobora en el caso mexicano reciente. Análogamente, nuestros cálculos manifiestan mayores incrementos porcentuales en el ingreso de los jóvenes en contraste con los adultos.

En términos generales, en México se observa un crecimiento sobre el salario nominal cercano al +3%, aunque estos aumentos salariales son diferentes según la escolaridad y la fecha de inicio de los trabajadores, lo cual se analiza a continuación.

El salario promedio es el resultado de dos grupos de trabajadores diferentes según este estudio: aquellos que se incorporan en períodos de crisis y aquellos que se suman al mercado laboral en tiempos de auge. Los trabajadores que comienzan su trayectoria en el primer caso obtienen un ingreso promedio anual 1pp por debajo de aquellos que los hacen en épocas de bonanza. Esto confirmaría el efecto cicatriz que tuvo la recesión económica sobre el ingreso de los trabajadores mexicanos.

El papel que juega la educación superior para el grupo de trabajadores jóvenes en el ingreso no parece tener injerencia sino hasta años posteriores a la crisis. Esto podría deberse a lo que Campos-Vazquez et al. (ídem) denotan como una obsolescencia de las habilidades de los trabajadores mayores por encima de los jóvenes, hecho más notorio después de la crisis. Por lo pronto, las estimaciones indicarían que, en épocas de auge, los jóvenes con educación superior ven una mayor recompensa sobre su salario, mientras que las crisis trivializa la distinción del nivel educativo.

Sobre esto último, cabe destacar que el salario de los jóvenes trabajadores con estudios terciarios es alrededor de un 50% más alto en comparación con aquellos con menor nivel educativo, situación que puede aumentar como ocurre en la cohorte que inicia en 2013.

Los resultados para el crecimiento salarial de los adultos denotan nuevamente algo similar expuesto por Campos-Vazquez et al. (ídem), donde las cohortes mayores tienen una aceleración más pronunciada de la depreciación de su capital humano, por lo que obtienen menores rendimientos sobre su ingreso conforme avanza el tiempo. La educación superior para estas cohortes exhibe un comportamiento que denota un efecto negativo en comparación con los demás niveles educativo, que es consistente con la noción que sostiene que los empleadores tienen mejores posibilidades de encontrar trabajadores mejor calificados debido a que el número de desempleados es mayor (Carrillo-Tudela, op. cit., p. 28); por otra parte, los trabajadores con mayor capital humano acumulado se ven menos perjudicados en comparación con los jóvenes por su acumulación de capital humano (Marquez-Scotti, op. cit.).

Este documento tuvo como objetivo comparar la evolución de grupos de trabajadores, observando su edad (jóvenes y adultos), su escolaridad (educación universitaria versus preparatoria o inferior) y la fecha de inicio en la vida laboral.

El análisis se efectuó utilizando años iniciales seleccionados entre el periodo 2007 al 2013 que fueran diferentes en su contexto económico y así observar las diferencias entre las cohortes según sus características.

Se encontró que existe el efecto cicatriz para aquellos trabajadores que iniciaron su carrera cerca de la recesión del 2009 en comparación con el

salario promedio observado en años posteriores, especialmente en el 2013 cuyo momento del ciclo es de auge.

Asimismo, las estimaciones sobre el ingreso de los jóvenes con diferentes niveles educativos permiten concluir que la educación superior contribuye de manera importante a la recuperación del salario después de recesiones económicas. No así para los trabajadores adultos, donde poseer estudios universitarios solo supone un beneficio durante la recesión.

Estos resultados son de interés para los generadores de políticas públicas para animar al mercado laboral deprimido. Determinar aquel grupo socioeconómico que denota menores incrementos en su ingreso permite establecer políticas más efectivas que alivien los efectos negativos de largo plazo que generan las recesiones sobre el salario.

### Referencias bibliográficas

- Barlevy, G. (2002). "The sullyng effects of recessions". *Review of economic studies* 69(1) pp. 65-96.
- Benita, F. (2014). "A cohort analysis of the college premium in Mexico". *Latin american journal of economics* doi 10.7764/LAJE.51.1.147
- Campos-Vazquez, R. M.; Lopez-Calva, L. F. And Lustig, N. (2016). "Declining Wages for College-Educated Workers in Mexico". *Policy Research Working Paper*, 7546.
- Carrillo-Tudela, C., Hobijn, B., She, P. & Visschers, L. (2016). "The extent and cyclicalty of career changes, evidence for the U.K." Elsevier JEL: J63,J64,G10.
- Duval Hernández, R., & Orraca Romano, P. (2011). "Análisis por cohortes de la participación laboral en México". *El trimestre económico* 73(2) pp. 343-375.
- Güvenen, F., Kaplan, G., Song, J. & Weidner, J. (2017). "Lifetime incomes in the United States over six decades". *NBER Working Paper* (23371) JEL: E24,J24,J31.
- Márquez-Scotti, C. (2015). "Determinantes del desempleo en las urbes mexicanas. Continuidades y rupturas en el periodo de crisis". *Papeles de Población* No. 83



# Violencia estructural y violación de Derechos Humanos hacia los migrantes

**Autoría:** María Magdalena Castro Alvarado, asesor Dr. José Alberto Posadas Juárez, Universidad Autónoma de Querétaro, mcastro30@uaq.alumnos.mx

**Resumen:** En este ensayo la intención es Conocer los tratos y violación de Derechos Humanos que padecen los migrantes, por parte de ciudadanos mexicanos, agentes migratorios y miembros de organizaciones criminales, en su recorrido desde la frontera sur del país hasta su estancia en Querétaro. Y la información se recabó en el Centro de Apoyo Marista al Migrante (CAMMI) y en las viejas vías del ferrocarril, donde la metodología utilizada constó de entrevistas semi-estructuradas, dando como resultados que los migrantes reciben malos tratos por parte de autoridades mexicanas que de la sociedad mexicana. Por lo que es necesario indagar qué puede hacer un criminólogo para disminuir estos tratos.

**Palabras clave:** Criminólogos, derechos humanos, migrantes, violencias

**Abstract:** In this essay the intention is to learn about the treatment and violation of human rights suffered by migrants, by Mexican citizens, immigration agents and members of criminal organizations, in their journey from the southern border of the country to their stay in Querétaro. And the information was collected at the Centro de Apoyo Marista al Migrante (CAMMI) and on the old railroad tracks, where the methodology used consisted of semi-structured interviews, giving as results that migrants receive ill-treatment by Mexican authorities and Mexican society. It is therefore necessary to find out what a criminologist can do to reduce these abuses.

**Keywords:** Criminologists, human rights, migrants, violence.

## Introducción

La migración en México ha tomado más fuerza en los últimos años, ya que se ha notado más la presencia de centroamericanos a lo largo del país, provenientes de los países de Honduras, Guatemala, El Salvador, Haití, Nicaragua, entre otros. Su destino es llegar a la frontera norte para cruzar a Estados Unidos debido a las problemáticas que existen en sus países de origen como la violencia, la presencia de pandillas, el crimen organizado o su situación económica en desventaja. Sin embargo, es necesario saber de forma verídica cuáles son las causas por las que migran hacia el norte o, en caso contrario, establecerse en México de manera permanente o temporal. Querétaro es una de las ciudades que forman parte de una ruta para llegar a la frontera norte, por lo que usan el ferrocarril comúnmente llamado “la bestia”, para acercarlos a su destino que por esa misma razón se ha notado más presencia de los migrantes en diferentes puntos de la ciudad de Querétaro. Por lo que es de interés para un criminólogo cuál es la razón por la que se logren ver a más migrantes, además también es importante recalcar y dar a conocer cuáles son los riesgos a los que se exponen estas personas en su camino para que los criminólogos puedan crear estrategias favorables para los migrantes que pasan por Querétaro. Es por ello que resulta necesario ir a campo para recolectar la información necesaria para crear esas estrategias y de alguna forma contribuir a prevenir o disminuir los riesgos a los que se enfrentan en su paso por México.

**Objetivo:** Conocer los tratos y violación de Derechos Humanos que padecen los migrantes, por parte de ciudadanos mexicanos, agentes migratorios y miembros de organizaciones criminales, en su recorrido desde la frontera sur del país hasta su estancia en Querétaro.

## Metodología

En esta investigación se utilizaron entrevistas semi-estructuradas grabadas en audio con su debido consentimiento ya que se necesitaba información

verídica sobre las situaciones que padecen los migrantes en su camino hasta llegar a la frontera de nuestro país.

## **Discusión**

Las discrepancias que existen entre México y Estados Unidos por cuestiones económicas, además de políticas han hecho que algunos temas como la migración sea un tema de interés para ambos países porque de alguna u otra manera los involucran estos porque mientras uno funge de país de tránsito, el otro es el destino al cual buscan llegar los migrantes respectivamente. Dado esta visión, ambos países buscan estrategias para que no les afecten porque la migración tiene un impacto de diferentes aristas como social, político, económico... dependiendo de lo que puede aportar a los países y estados de la República a los que exploran en su camino. Partiendo de ese impacto que pueden y generan los migrantes de otros países como estados de nuestro país, es bueno poner atención en este tema porque es importante analizarlo debido a cierta importancia que puede tener para la Criminología y el Estado que está al pendiente de las posibles problemáticas que pueden causar fenómenos sociales como los resultados de la xenofobia y discriminación que existe en el país hacia los migrantes centroamericanos por el estigma que se ha transmitido en cuanto a ellos por la primera impresión que dan a la demás población mexicana.

De acuerdo a la información recabada de diferentes personas que se encuentran en una situación migrante residentes en Querétaro, los resultados fueron que una de las razones por las cuales deciden migrar de sus lugares de origen es por la mejora de su calidad de vida como la de sus familiares como por ejemplo: “yo emigré de mi país... por las razones que son muy fuertes y pues por las que yo soy refugiado aquí en México” (El misionero, 2019). Existe un enfoque que se le da está relacionado con la escuela neoclásica de la economía que plantea que los orígenes de la migración radican en el aspecto económico con especial atención a la diferencia salarial que existe en sus países en relación con su país de destino, tomando una “elección racional”

porque hacen un análisis entre costos y beneficios de migrar hacia otro país, que Michael P. Todaro menciona en su teoría, aunque el maneja el concepto de “racionalidad económica” en su obra “Migration, unemployment and development: a two-sector analysis” (1970). Sin embargo, varios autores agregan más factores a las causas de la migración como Goerge J. Borjas que es la familia, ésta se une a la toma de la “racionalidad económica” que debe realizar el individuo que quiera migrar como lo menciona Alberto Gómez en su artículo: “...ya que la emigración es una estrategia en la obtención de ingresos para cubrir los gastos de la familia y poder garantizarles una mejor calidad de vida, bienestar y prosperidad” (Gómez, 2010, pág. 93).

Entonces ya se tiene una idea de las causas principales por las cuales los migrantes deciden emigrar, pero es importante también conocer más sobre su contexto social en el que se desarrollan o desarrollaban en sus lugares de origen porque como menciona el artículo anterior, la migración es multicausal, es decir, que existen muchos factores aparte de los mencionados que impulsan la migración, en este caso, de personas centroamericanas hacia México y Estados Unidos principalmente. Y otro factor que debe influirse es la inseguridad que existe en sus países que lo mencionaron las personas entrevistadas: “¿qué es lo que ellos hicieron? no se ensañaron conmigo, se ensañaron con mi hermano. A él me lo mataron”. (El misionero, 2019).

Si se toma en cuenta lo que nos dijo esta persona, además de otros detalles como: “...en cambio allá en El Salvador pues llegaban. Sí, así de fácil y si no querías andar con ellos, les ponían la renta por ti...”. (El misionero, 2019).

Y eso quiere decir, que existe una renta que deben pagar las personas de algunas regiones de El Salvador que les imponen otras, en este caso, refiriéndose a las pandillas porque en la entrevista realizada, esta persona comentó que la violencia y delincuencia es impartida por las pandillas, convirtiéndolo en otro factor por el cual los centroamericanos deciden migrar a otro país.

Entonces John Galtung con su teoría “el triángulo de la violencia” (1969) se centra en 3 elementos: la violencia estructural, la violencia cultural y la violencia directa. De acuerdo a estos elementos, la violencia estructural significa que el Estado está fallando en sus funciones porque existe una desigualdad y pobreza porque las personas centroamericanas sufren esto en su país, haciéndolos migrar a otros países donde puedan brindar lo que ellos necesitan y cubrir sus necesidades. Además se presume que este tipo de violencia también lo padecen estando en el territorio mexicano porque no se les respetan sus derechos humanos como también sufren de desigualdad y pobreza.

Otro elemento que es parte de este triángulo, es la violencia cultural, que de acuerdo al autor se refiere al uso del poder y la legitimación del poder para transformarse después en la utilización de la violencia y su legitimación, que se va de la mano con la violencia directa. Y colocándolo en la migración esa utilización de violencia la emplean las pandillas residentes en los países centroamericanos cuando los individuos deben de pagar cierta renta para permitirles seguir viviendo y no existan represalias que te acaben con la vida de alguien. Y ese tipo de violencia también puede presenciarse cuando los migrantes se encuentran en México porque de acuerdo a la información recabada, son autoridades mexicanas las que son responsables de ejercer esa violencia hacia los migrantes que transitan por el país. Es decir que los migrantes de alguna forma sufren por diferentes re-victimizaciones de parte de diferentes actores porque las padecen por las pandillas, autoridades, etc.

Siguiendo con el aspecto de las violencias que padecen los migrantes centroamericanos y también los migrantes del propio país, debe cuestionarse cuál es la postura que tiene la demás sociedad, cómo percibe a los migrantes debido a que como se mencionó antes, pueden ser víctimas de desigualdad como de xenofobia, ese desagrado por las personas que no son de la región y que son extraños al contexto al que se ven inmersos cuando ya se encuentran en México. Ahora cuáles serían las consecuencias de esa discriminación por parte de la

sociedad mexicana, una de ellas es el etiquetamiento de las personas porque se ha esparcido la ideología que alguien externo a la región es porque hará algo malo. Sin embargo, la realidad puede ser distinta como lo menciona Anthony Platt (2006): “el delito no depende exclusivamente de la pobreza, sino que más bien es producto de ciertas condiciones ideológicas, de las relaciones sociales y de la ética individualista”.

Que ciertamente ya no se considera la pobreza como signo de criminalidad en el ámbito legal, pero aún sigue latente esa ideología que puede explicar esta desigualdad que hay hacia los migrantes, traducido en malos tratos por parte de la ciudadanía y de autoridades. Aunque también es cierto que solo se está dando a conocer una parte de este fenómeno que aún sigue vigente en todo el mundo. Es por eso que los criminólogos debemos interesarnos por este tema porque de alguna u otra forma también están involucrados otros factores como las víctimas de delitos que se presentan en todo el recorrido que transitan hasta llegar a la frontera norte del país, las organizaciones criminales que invaden las rutas establecidas por los migrantes, entre otros riesgos que siguen y necesitan crearse acciones para disminuirlos.

## **Resultados**

Los datos que se obtuvieron con esta investigación fue que los migrantes centroamericanos en su paso por el territorio mexicano padecen más de las acciones efectuadas por las autoridades entiéndase como policías. Mientras que la sociedad mexicana en general les ha ayudado en su camino en los diferentes estados. Pero se hace notar que se necesitan mejores estrategias para deportar a los migrantes que no cuenten con papeles, además de crear propuestas para disminuir los riesgos a los que se enfrentan en su recorrido por el resto del país.

## **Conclusiones**

La migración que existe entre los países involucrados que son varios, pero los que reciben más el impacto de ésta, son México y Estados Unidos que cada vez más están al pendiente de este

tema pero son cuestionables las estrategias de ambos gobiernos para saber qué hacer con aquellas personas que están huyendo de sus países de origen por su contexto social envuelto en diferentes problemáticas. Aunque también hay muchos campos de oportunidad para que los criminólogos ideen estrategias y el objetivo fundamental sea procurar la seguridad de esta población porque la función de un criminólogo es prevenir cualquier conducta antisocial, entonces es válido que se esté trabajando más en el tema, como también se tomen en cuenta los derechos hablando en el ámbito legal y hasta poder evaluar las políticas que se hagan respecto a la migración porque eso un criminólogo lo puede realizar. Todavía falta mucho por trabajar en el tema, aunque de igual manera poco a poco se está abordando.

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a las personas que colaboraron con la investigación que fue el Centro de Apoyo Marista al Migrante (CAMMI) que nos brindaron la oportunidad de acercarnos a los migrantes como a los migrantes que participaron, también agradezco al maestro Alberto Posadas por estar al pendiente de la investigación y a mis compañeros con los que estuve trabajando en este Verano de la Ciencia 2019.

## **Referencias y fuentes consultadas**

- Franco, L. (2012). Migración y remesas en la ciudad Ixmiquilpan [PDF]. Recuperado el 08 de agosto de 2019, de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/migracion\\_y\\_remasas\\_en\\_la\\_ciudad\\_de\\_ixmiquilpan.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/migracion_y_remasas_en_la_ciudad_de_ixmiquilpan.pdf)
- Gómez, J. (2010). La migración internacional: teorías y enfoques, una mirada actual. *Semestre Económico*, 92-93.
- Palencia, S. (Intérprete). (2019). Violencia estructural y violación de Derechos Humanos hacia los migrantes. Querétaro, Querétaro, México.

# Evolución de la desciudadanización en migrantes de diferentes generaciones

Alma Delia Cuéllar Amaro

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Derecho-Campus Ciudad Universitaria

Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010

Santiago de Querétaro, Qro.

hadesp3@hotmail.com

## Resumen

En este trabajo se presenta un análisis de la desciudadanización en personas migrantes centroamericanas y mexicanas de diferentes generaciones y cómo ha sido su evolución a través del tiempo. Para esto se llevó a cabo una investigación de campo, basada en entrevistas a personas migrantes, para posteriormente contrastar los testimonios con el marco teórico de referencia, obtenido a través de una investigación de gabinete. Los resultados muestran que la desciudadanización siempre ha estado presente en el ámbito migrante, pero en diversas manifestaciones, ya sea como causa de la migración y/o como una consecuencia de la misma y, ésta puede producirse tanto en el lugar de origen, como en el lugar de destino y en el lugar de tránsito.

## Abstract

This work presents an analysis of the de-citizenship in Central American and Mexican migrants of different generations and how their evolution has been over time. For this, a field investigation was carried out, based on interviews with migrants, and then contrasting the testimonies with the theoretical framework of reference, obtained through a cabinet investigation. The results that show the de-

citizenship have always been present in the migrant field, but in various manifestations, either as a cause of the migration and / or as a consequence of it and, this can occur both in the place of origin, as in the place of destination and the place of transit.

**Palabras clave-** Desciudadanización, migración, evolución.

**Keywords-** De-citizenship, migration, evolution.

## Introducción

La migración es una temática por demás extensa y frecuentemente abordada por investigadores de diferentes áreas, entre las cuales destacan las ciencias sociales. Sin embargo, es un fenómeno en constante evolución, ya que al ir de la mano del hombre representa un hecho social en constante cambio, ejemplos de esto son, las grandes diferencias entre las distintas generaciones de migrantes, la modificación en las causas para migrar y la más reciente manifestación migratoria representada por las caravanas migrantes ocurridas en el 2018.

Este último movimiento generó que un tema existente desde hace mucho tiempo, pero generalmente invisibilizado como lo es la migración, resaltara de pronto y despertara el interés de diversas instituciones, del gobierno y de la sociedad misma. Lo anterior es una de las razones principales para elegir a la migración como tema de investigación, pues este momento en que las miradas están puestas sobre la sociedad migrante es ideal para generar esa información que debe ser de conocimiento general y que a su vez permita generar conciencia en la sociedad sobre la temática ya mencionada.

Acotando un poco el tema de la migración, se decidió enfocarse en el aspecto de la desciudadanización que llegan a sufrir o sentir las personas migrantes, en diversos momentos de su vida y aunque se podría decir que el término es aparentemente nuevo, la realidad es que la acción en sí, va de la mano de la migración desde sus inicios. Cabe aclarar que la desciudadanización puede presentarse en diferentes aspectos distintos a los de migración, pero la presente investigación va

enfocada únicamente a la relación descuidadización-migración, ya sea como factor para abandonar su lugar de origen o como resultado de los desplazamientos migratorios.

## Objetivo

Analizar la evolución de la descuidadización en migrantes centroamericanos y mexicanos, a través del tiempo.

## Metodología

En primer lugar, se realizó una investigación de gabinete para obtener información sobre la temática y así contar con una base de referencia teórica.

Después se realizó una investigación de campo que comenzó con la visita a diferentes lugares en donde se reúnen personas migrantes y se llevaron a cabo acercamientos con estos.

Se continuó con la determinación de la muestra de estudio, la cual constaba de personas migrantes de Centroamérica y México, que habían migrado en lapsos de tiempo diferentes.

Se llevaron a cabo las entrevistas para después transcribirlas y contrastarlas con el marco teórico.

## Resultados

Para comenzar, es preciso determinar los significados de los dos componentes principales de esta investigación, iniciando por la migración, para continuar con la descuidadización.

La Organización Internacional para las Migraciones (OIM) define a un migrante como:

Cualquier persona que se desplace o se ha desplazado a través de una frontera internacional o dentro de un país, fuera de su lugar habitual de residencia independientemente de: 1) su situación jurídica; 2) el carácter voluntario o involuntario del desplazamiento; 3) las causas del desplazamiento; o 4) la duración de su

estancia (OIM citado en Naciones Unidas, s.f.).

Ésta definición es el primer paso para un cambio de mirada a la migración pues deja de lado la idea de que la migración solo se da en los desplazamientos de un país a otro, sino que incluye desplazamientos dentro del mismo país de origen, lo que abarca a una gran cantidad de habitantes y no a una minoría como podría pensarse normalmente.

Por otro lado, y pasando al segundo término de interés, de acuerdo a una nota informativa de Cienciamx.noticias, en una entrevista con Conacyt, el doctor Hugo César Moreno Hernández, investigador de la Universidad Autónoma de Puebla expuso que la descuidadización es “el proceso en que un ciudadano pierde sus derechos políticos...que implica procesos legislativos y políticos mediante los cuales se producen sujetos sin derecho” (Moreno citado en Navarro, 2018).

De igual manera Salazar, en su artículo denominado “Descuidadización y democracia” argumenta que:

Los sujetos sin derechos no es una nueva categoría “snob”, sino que es el producto de las políticas discriminatorias que los gobiernos de nuestra región vienen impulsando para negar las conquistas laborales, negar los requerimientos básicos para la sobrevivencia y nulificar todo aquello que sea público y estatal, para convertirlo en privado, exclusivo y alejado de la intervención del Estado y, la descuidadización, es el proceso por el cual los ciudadanos, en especial los excluidos, pierden la confianza en las instituciones democráticas, económicas e impartidoras de justicia (Salazar, s.f. pág. 1).

Lo anterior nos lleva a lo ya mencionado, la descuidadización no es exclusiva de la migración, sino que se puede generar aun cuando esta no exista, pero si algo es cierto, es la prevalencia de una correlación entre ambos fenómenos, ya sea la descuidadización un factor para migrar o una consecuencia de la migración.

Hablando de la descuidanización como factor para migrar, se realizó el siguiente análisis: Las personas han migrado desde hace mucho tiempo a pesar de las adversidades que enfrentan en el camino. Si hablamos de las primeras generaciones migrantes de Centroamérica hacia Sudamérica, es común que se venga a nuestra mente el factor económico como una de sus principales motivaciones para emigrar y alcanzar “el sueño americano”, sin embargo, eran generaciones que volvían a sus lugares de origen para estar con sus familias y proporcionarles el fruto de su trabajo.

Respecto a lo anterior, en un análisis del Diario de Campo de Redfield, llevado a cabo por Arias y Durand se menciona lo siguiente:

Los encargados de los servicios sociales le dijeron a Redfield que los mexicanos eran difíciles de ayudar, porque no querían ser ciudadanos estadounidenses. Los migrantes no se naturalizaban, aunque perdieran apoyos, incluso cruciales, aunque les dijeran que podían seguir siendo mexicanos. Ellos veían ese acto como una traición a su patria...los mexicanos estaban orgullosos de su país, valoraban y querían mantener sus costumbres, y regresar a México, no permanecer en Estados Unidos...Ellos estaban en Chicago de manera temporal, para trabajar, ganar dinero y regresar a México que era donde querían estar. Por eso quizá, no se sentían discriminados (Arias Y Durand, s.f. pp.: 76-77).

Después viene una segunda generación en donde quizá el principal motivante seguía siendo el mismo, “una mejor calidad de vida”, pero en este momento existió un cambio notable, los migrantes ya no buscaban volver, sino establecerse en esos nuevos lugares, aunque aún existía un grado de ciudadanía, con su país de origen.

En Arias y Durand se hace referencia a un comentario de Taylor, respecto al libro de Manuel Gamio:

Llamó la atención sobre el contraste que percibió entre el patriotismo orientado hacia

México, de esa primera generación de migrantes de década de 1920 y lo que él percibió, 40 años más tarde, con los chicanos, descendientes de esas primeras generaciones que, a pesar de todo, se habían quedado en el otro lado y reivindicaban sus derechos en Estados Unidos...se había iniciado una fase distinta (Taylor citado en Arias y Durand, s.f. pág.:78).

A manera de complemento de este apartado, se añade el siguiente testimonio:

*Cuando una está pequeño, mire en Centroamérica, casi la mayoría de centroamericanos es el sueño de ellos, huir para Estados Unidos o huir para Canadá... Ese era mi objetivo y fue, lo logré pero el problema fue que yo logré el objetivo de que me dieran papeles de Estados Unidos, acilo político, yo entré en 1980 a Estados Unidos, junto con los cubanos en ese tiempo, pero yo entré por Nicaragua y embarqué a Miami y así fue la manera que yo llegué a Estados Unidos pero, como le digo, este, en el 2003 me metí en un problema, bueno por ayuda o por hacer el bien, me salió mal, entonces me castigaron y me deportaron... cuando vivía en Estados Unidos no tenía problemas, pero nomás me deportaron a Honduras y empezaron mis problemas (Adrián, migrante hondureño de 53 años)<sup>1</sup>.*

Ahora bien, en la actualidad los motivantes han cambiado, los altos índices de violencia y la descuidanización han generado la salida de enormes cantidades de personas de su lugar de origen, dejando de lado la búsqueda de mejores ingresos, para anteponer su seguridad y las de sus familias, aspecto que en sus países no se les proporcionaba debido al Estado fallido.

En Reflexiones sobre caravana migrante publicada por ITESO, Iliana Martínez aborda este tema de la siguiente manera:

La población en tránsito está en una situación muchas veces desesperada, porque cruzar

---

<sup>1</sup> Por razones de privacidad y ética se utilizaron pseudónimos.

hacia Estados Unidos se vuelve cada vez más complicado. Pudieron haber fracasado en su intento, pero regresar a su país ya no es una opción. Para muchos, su vida está amenazada y en grave riesgo (Martínez, 2018, pág.:238).

Respecto a esto, se añade un testimonio de un migrante que especifica por qué salió de su lugar de origen y por qué eligió a México como lugar de residencia:

*Este, el desempleo, la delincuencia, extorsión en el país... Siempre he visto mejores oportunidades, hay más seguridad, no hay tantos problemas con la política, mejor cultura, en pocas palabras, todo...Me gusta México la verdad (Diego, migrante hondureño de 21 años).*

Entonces no es raro pensar que, al sentirse desamparados, como sujetos sin derechos y al perder la confianza en las instituciones, opten por salir de sus lugares de origen y dejar todo atrás, pues el lazo con la comunidad se ha roto y ya nada los ata a dicho espacio geográfico. Un reflejo de esto fueron las caravanas migrantes, en movimiento organizado, conformado por grandes masas de personas que decidieron salir de sus países y dejar atrás las fronteras.

Pasando a la perspectiva de la descuidadización como efecto de la migración, nos encontramos con diversos escenarios. En primer lugar, podemos hablar de la real falta de reconocimiento de los derechos de una persona por parte de un país al que no pertenece, o bien el otorgamiento de una serie de derechos que les son otorgados pero que, de acuerdo a testimonios son difíciles de obtener:

*Que informaran más, es que a uno hasta cierto punto si se le respetan sus derechos, pero ya uno como inmigrante pues no del todo, porque se la intentan poner más difícil a uno todo como para que uno se agüite o algo y se eche para atrás porque en muchos lugares que no están informados, yo ya tengo una visa humanitaria, si esta legal y todo pero como que el mismo Estado lo hace, se la pone más difícil a uno como para que se vaya*

*y no pueda hacer trámites, como que no puede hacer uno ningún trámite aquí, si se puede pero no se lo permiten a uno aquí (Diego, migrante hondureño de 21 años).*

Lo anterior se confirma con una nota de Telemundo que menciona lo siguiente:

El Servicio de Ciudadanía e Inmigración (USCIS) confirmó el retraso en el procesamiento de documentos y los trámites que antes se tomaban meses, ahora pueden llevarse hasta un año, como es el caso de los trámites para obtener la ciudadanía. Esto se debe a dos cosas, según explica el abogado Nelson Castillo. La primera es el incremento de solicitudes, tanto de residencia como de ciudadanía. También hay un escrutinio mucho más exhaustivo sobre cada solicitante (“Siguen los retrasos en trámites migratorios. ¿Qué hacer?”, 2018).

Otro escenario sucede cuando las personas son deportadas a su lugar de origen, lugar que muchas veces no recuerdan por haber partido a temprana edad o por ya tener tiempo lejos del mismo, sobre esto se hace mención en el libro “Homies Unidos”, de la siguiente manera:

Esta descuidadización es efecto del segundo movimiento de desterritorialidad producto de las deportaciones, una violencia efectuada en la exclusión y el desarraigo al que los jóvenes deportados se encuentran cuando retornan al país de origen sin mucho que los vincule con él. Con la deportación quedan sin contacto con familiares, sin reconocer al lugar al que han sido enviados, tierra a la que no pertenecen...Por otro lado, las oportunidades de trabajo y estudio son casi inexistentes. (Moreno y Sánchez, 2018, pg. 156).

Lo anterior no es un panorama que sea desconocido, sobre todo en México en donde las deportaciones suceden contantemente y es común saber de personas devueltas al país que no cuentan ni siquiera con un lugar donde dormir, ya sea porque su familia se encuentra en situación migrante o porque durante



su estancia en el extranjero perdió los lazos con esta. Entonces las complicaciones comienzan pues se encuentra en una desventaja y vulnerabilidad latente.

## Discusión y conclusiones

La descuidadización vista desde las dos perspectivas analizadas, es el resultado o respuesta a una violencia estructural ejercida por parte del Estado sobre sus ciudadanos, si a este factor añadimos una ruptura de lo cultural a manos de la violencia directa ejercida por pandillas y grupos armados, es posible que esto encamine el fenómeno de la migración.

En un inicio la investigación estaba orientada a jóvenes migrantes centroamericanos, pero en el trayecto se tomó la decisión de incluir a migrantes adultos que emigraron en distintas etapas, para analizar las diferencias que presentaban, sin embargo, considero que no se debería dejar de lado la temática de los jóvenes y la descuidadización en el presente.

Entre los principales hallazgos resalto el hecho de la presencia de la descuidadización, a la par de la migración desde hace tiempo, de la siguiente manera:

1. En un inicio la descuidadización se daba en el lugar de destino, al no gozar con derecho, pero se mantenía la ciudadanía del lugar de origen.
2. En un segundo momento se perdía el interés por ser ciudadano del lugar de origen e incrementaba el interés por la ciudadanía y la búsqueda de los derechos y permanencia en el lugar de destino.
3. En la actualidad la descuidadización comienza en los lugares de origen y continúa en el lugar de destino, dejando a los migrantes en una situación de desamparo.

Es importante aclarar que en los puntos anteriores se toca a la ciudadanía desde dos enfoques distintos, que podría denominar “descuidadización

legal” y “descuidadización ideológica”, aspecto que abre camino a nuevas investigaciones.

## Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al Profesor José Alberto Posadas Juárez por su asesoramiento y apoyo durante la investigación, así como al CAMMI por el apoyo otorgado para la realización de las entrevistas.

## Referencias

- Arias Patricia y Durad Jorge (Sin fecha). Redfield y la Escuela de Chicago. Red Internacional de Migración y Desarrollo, consultado el 12/08/19 en [rimd.reduaz.mx](http://rimd.reduaz.mx)
- Martínez H. Iliana (2018). Reflexiones sobre la caravana migrante, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, El análisis plural, Tlaquepaque, Jalisco
- Moreno H. Hugo César y Sánchez G. Mónica E. (2018). Homies Unidos, estrategias para reestratificación desde la sociedad civil. Universidad Iberoamericana, Cd. De México. Consultada el 07/08/19 en <file:///C:/Users/felix/Downloads/Homies%20Unidos.pdf>
- Naciones Unidas (Sin fecha). Migración, consultado el 07/08/19 en <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/migration/>
- Navarro Karla (Sin fecha). Descuidadización en jóvenes mexicanos. Cienciamx.noticias, Agencia Informativa Conacyt, consultado el 06/08/19 en <http://cienciamx.com/index.php/ciencia/humanidades/21547-juvenicidio-colef-buap-latinoamerica>
- Salazar P. Robinson (Sin fecha). Descuidadización y democracia. Insumos, la descuidadización creciente. Consultada el 08/08/19 en [www.insumos.com](http://www.insumos.com)
- Siguen los retrasos en trámites migratorios. ¿Qué hacer? (2018). Telemundo Local, recuperado el 14/08/19 en <https://www.telemundowashingtondc.com/noticias/inmigracion/razones-retraso-tramites-migratorios-que-hacer-479904693.html>
- Testimonios de personas migrantes obtenidas por medio de entrevistas.

# Diferenciación y tinción rojo oleoso de células 3T3-L1 bajo tratamiento de BPA.

Hernández Puga Ana Gabriela, Guerrero Mesa Manuel Fernando, Galván Soto Luz Cecilia.

Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de medicina: Universidad Autónoma de Querétaro, México. Teléfono: +52 (442) 1921200, ext: 6240. Dirección: Clavel 200, Col. Prados de la Capilla, Querétaro, Qro. C. P. 76170; México. ana.gabriela.hernandez@uaq.mx

## Resumen

El BPA es un compuesto presente en plásticos de uso cotidiano tales como envases, biberones, material dental, entre otros. Este compuesto es liberado exponiendo a los seres humanos a su consumo, provocando diversas afectaciones a su salud. En el presente proyecto se evaluó la relación que el BPA mantiene dentro de la adipogénesis. Se realizó la diferenciación de células 3T3-L1 a adipocitos y se trataron con concentraciones de 10  $\mu\text{M}$ , 1 $\mu\text{M}$ , 0.1  $\mu\text{M}$ , 0.01  $\mu\text{M}$  y 0.001  $\mu\text{M}$  de BPA. Se llevó a cabo una tinción de rojo oleoso para la evaluación de los lípidos presentes en las células. La diferenciación de células fue favorable, se obtuvieron adipocitos a distintas confluencias. El tratamiento con 0.1  $\mu\text{M}$  de BPA por 48 horas mostró una mayor presencia de lípidos, mientras que el tratamiento con 0.1  $\mu\text{M}$  de BPA por 72 horas mostró la menor presencia de lípidos. Se concluye que existe una influencia entre el tiempo de exposición a BPA y la presencia de lípidos. Se espera establecer una relación entre la concentración de BPA y los resultados, así como los detalles del proceso de almacenamiento de lípidos dentro de la célula en futuras investigaciones.

## Abstract

BPA is a compound present in everyday plastics such as containers, bottles, dental material, among others. This compound is released exposing humans to their consumption, causing various health effects. In the present project the relationship that the BPA maintains within adipogenesis was evaluated. Differentiation of 3T3-L1 cells to adipocytes was performed and treated with concentrations of 10  $\mu\text{M}$ , 1  $\mu\text{M}$ , 0.1  $\mu\text{M}$ , 0.01  $\mu\text{M}$  and 0.001  $\mu\text{M}$  of BPA. An oily red stain was carried out for the evaluation of the lipids present in the cells. The differentiation of cells was favorable, adipocytes were obtained at different confluences. Treatment with 0.1  $\mu\text{M}$  of BPA for 48 hours showed a greater presence of lipids, while treatment with 0.1  $\mu\text{M}$  of BPA for 72 hours showed the lowest presence of lipids. It is concluded that there is an influence between the time of exposure to BPA and the presence of lipids. It is expected to establish a relationship between the concentration of BPA and the results, as well as the details of the process of lipid storage within the cell in future research.

**Palabras clave:** bisphenol-a (BPA), adipogénesis, tinción rojo oleoso, obesidad, compuesto disruptor endocrinos.

**Key words:** bisphenol-a (BPA), adipogenesis, oil red o staining, obesity, endocrine disrupting compound.

## INTRODUCCIÓN

Bisfenol A, 4,4'-dihidroxi-2,2-difenilpropano o también llamado BPA es un monómero utilizado en la fabricación de polímeros como policarbonato y resinas epoxídicas. Algunos otros usos son como antioxidante, inhibidor de la polimerización del extremo del cloruro de polivinilo y como precursor de la síntesis de un retardante (2, 4). Por lo tanto, el BPA se

encuentra presente en objetos de uso cotidiano tales como plástico reutilizable, biberones, revestimiento interno de latas de alimentos y bebidas, papel térmico, dispositivos médicos, materiales dentales, etc. Si embargo, el BPA puede liberarse de estos materiales en función de la temperatura, el pH, tiempo de almacenamiento de los productos entre otros factores, y ser consumido por el ser humano. Se estima que los alimentos contribuyen a más del 90% de la exposición total al BPA, siendo 5% mediante la ingestión de polvo, cirugía dental y absorción dérmica (7).

Diversas investigaciones han demostrado que el contacto con BPA produce complicaciones a la salud. En células 3T3-L1 de ratón, el BPA incrementó la actividad de la lipoproteína lipasa (LPL) y la acumulación de triacilglicerol; de igual forma dio como resultado la presencia de gotas de lípidos más grandes en las células diferenciadas (1). Por otra parte, una exposición prolongada a una dosis oral baja de BPA (10 µg / kg peso corporal / día) da lugar a una estimulación de la secreción de insulina en ratones adultos mediada por los receptores de estrógenos nucleares clásicos. En un estudio posterior, estos investigadores informaron que los ratones expuestos a una dosis baja de BPA (10 µg / kg peso corporal / día) durante la vida fetal eran más pesados al nacer en comparación con los controles. Los ratones hembra embarazadas expuestas a esta misma dosis de BPA mostraron intolerancia a la glucosa en relación con los controles no tratados, y en una dosis más alta (100 µg / kg peso corporal / día) una tendencia hacia la sensibilidad a la insulina alterada (1, 6, 7).

El estudio del BPA así como su mecanismo como disruptor y su relación con el proceso de adipogénesis resultan de vital importancia debido a su presencia en objetos de uso cotidiano. Además de que nuestro país se encuentra en los primeros lugares de obesidad en adultos y niños, siendo una de las principales razones por las cuales es necesario investigar el papel que

desempeña el BPA dentro de la obesidad y enfermedades crónico degenerativas.

## **Objetivo general**

Determinar el efecto biológico del BPA sobre la regulación genética y epigenética de genes tironino dependientes durante el proceso de diferenciación de adipocitos.

## **Objetivos específicos**

Llevar a cabo la diferenciación de células 3T3-L1 a adipocitos bajo efectos de bisphenol-a, así como su tinción por rojo oleoso para su posterior análisis y comparación con trabajos previamente realizados.

## **METODOLOGÍA**

### **1.- Soluciones de BPA**

Fue preparada una solución madre de BPA en etanol con concentración 1500 µM, a partir de la cual se realizaron diluciones para obtener las concentraciones a utilizar de 10 µM, 1µM, 0.1 µM, 0.01 µM y 0.001 µM respectivamente.

### **2.- Crecimiento y diferenciación celular**

Fibroblastos de ratón 3T3-L1 fueron cultivados en medio Eagle modificado por Dulbecco (DMEM) suplementado con 10% suero fetal bovino y 1% estreptomycin-penicilina. Los medios se mantuvieron en una cámara de cultivo con condiciones de 95% de oxígeno y 5% de CO<sub>2</sub> a 37° C. Las células 3T3-L1 se cultivaron mediante estas condiciones durante tres semanas para fomentar su proliferación y crecimiento. Posteriormente, las células fueron tratadas de acuerdo a las concentraciones de BPA correspondientes. Los tratamientos tuvieron una duración de 24 h, 48 h y 72 h, se realizaron duplicados de cada hora. El proceso de adipogénesis se llevó a cabo de acuerdo a lo anteriormente reportado en la literatura (10).

### **3.- Tinción**

Se utilizó una tinción de rojo oleoso para determinar evaluar la disposición y concentración de lípidos presente en los adipocitos, así como la diferencia de dicha disposición entre las células tratadas con las concentraciones de BPA utilizadas. El proceso se llevó a cabo de acuerdo a lo anteriormente descrito (9).

#### 4.- Análisis de datos

Para el análisis de las fotografías tomadas a los cultivos de células se utilizó el programa J Image. Mediante éste se determinó la intensidad celular por área de cada grupo de células.

### Resultados

#### Crecimiento y diferenciación celular

Se realizó la adipogénesis de fibroblastos de ratón mediante la línea celular 3t3-L1 con distintos tratamientos de BPA.

Dependiendo de la concentración utilizada, la presencia de gotas de lípidos dentro de los adipocitos variaba. El tiempo de exposición influyó de igual manera en los resultados. Las células que mostraron una mayor cantidad o presencia de lípidos fueron aquellas con una concentración 0.1  $\mu\text{M}$  de BPA durante 24 horas (Figura 1, Tabla 1).

#### Tinción

El análisis y comparación de la adipogénesis fueron realizados solamente entre las células tratadas ya que no se elaboró un blanco del procedimiento.

Mediante el programa J Image se determinó la intensidad por área de las imágenes de adipocitos y se construyeron gráficas comparativas. Se pueden observar diversas variaciones entre los tratamientos, dentro de las mismas condiciones de tratamiento como en aquellas que fueron distintas.

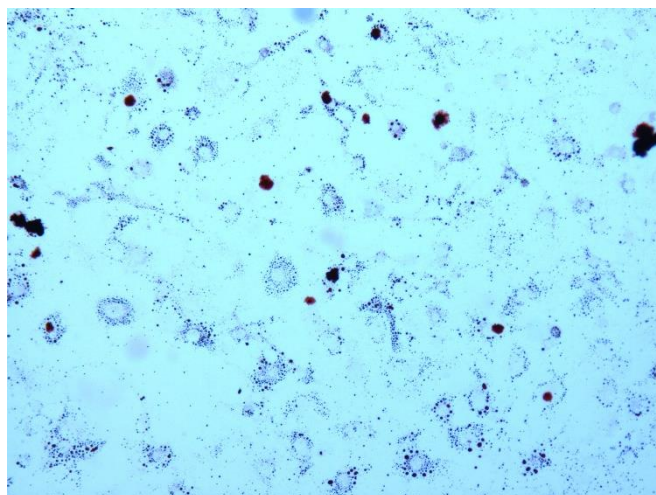


Imagen 1.- Fotografía de la tinción rojo oleoso a adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 0.1  $\mu\text{M}$  por 24 horas.

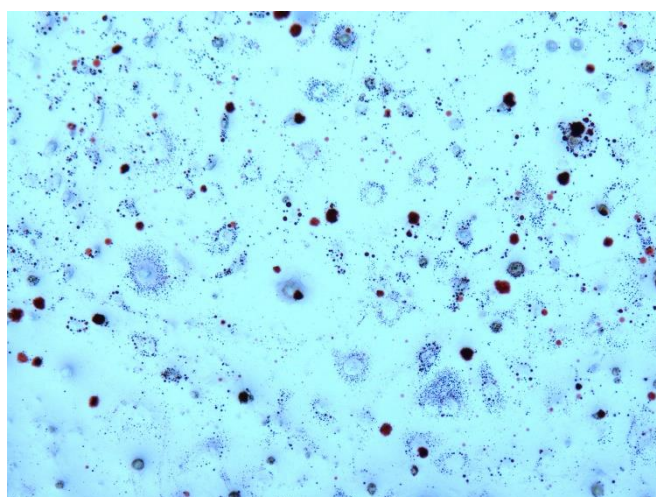


Imagen 2.- Fotografía de la tinción rojo oleoso a adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 10  $\mu\text{M}$  por 72horas.

Tabla 1.- Resultados de intensidad celular por área de adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 0.001  $\mu\text{M}$ .

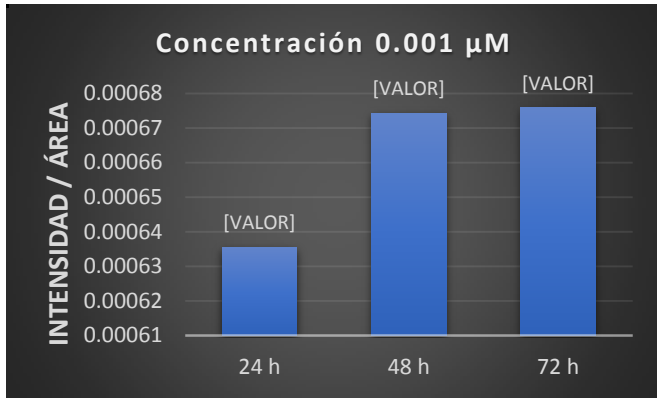


Tabla 2.- Resultados de intensidad celular por área de adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 0.01 µM.

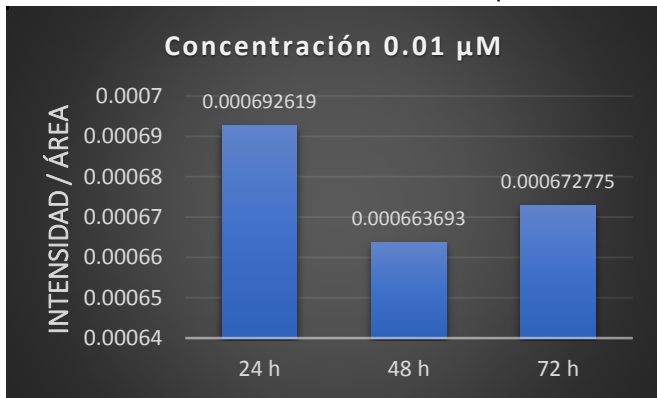


Tabla 3.- Resultados de intensidad celular por área de adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 0.1 µM.

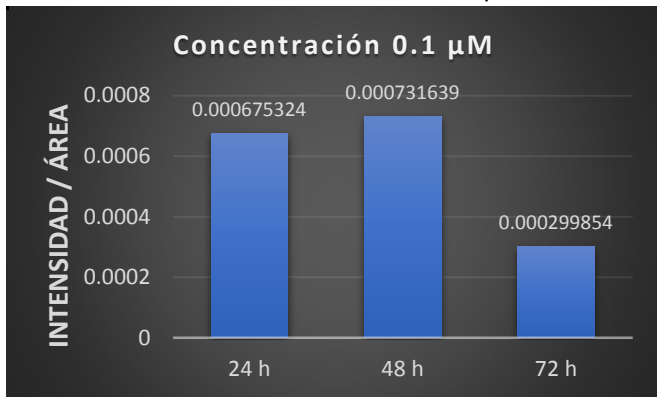


Tabla 4.- Resultados de intensidad celular por área de adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 1 µM.

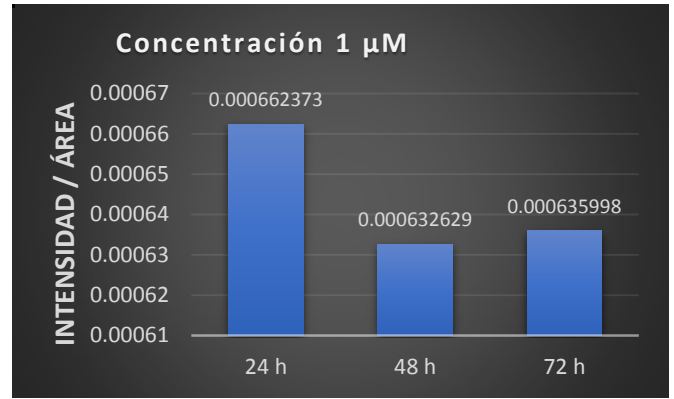
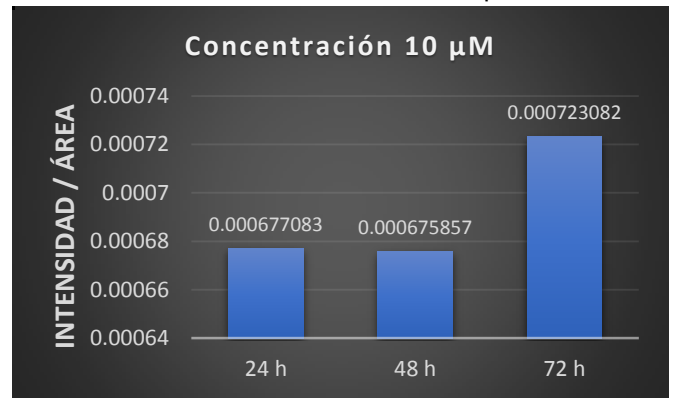


Tabla 5.- Resultados de intensidad celular por área de adipocitos con tratamiento de BPA a una concentración 10 µM.



## Discusión y conclusiones

Conforme a la literatura ya existente (5, 10) las condiciones de diferenciación fueron similares a las ya utilizadas con anterioridad, por lo cual se esperaba un resultado similar dentro de la confluencia de las células. Sin embargo, pueden existir variaciones entre la eficiencia de diferenciación dependiendo de la línea celular utilizada, el medio utilizado y las cajas Petri (10). Esto se debe a que cada línea comercial realiza modificaciones mínimas a sus productos, lo cual puede influir en el proceso de adipogénesis a manera global. Otro motivo que pudo haber afectado el crecimiento y desarrollo de las células fue la manipulación que recibieron por distintas personas, lo cual pudo crear errores y variaciones al traspasar células de un soporte a otro.

Al comparar los resultados obtenidos con resultados previos, se pueden observar diferencias notables. De acuerdo a trabajos anteriormente realizados (8), se esperaba que la cantidad de

gotas de lípidos aumentara conforme el tiempo de exposición a BPA y de diferenciación fuera mayor. Sin embargo, como se puede observar en las Tablas 4, 3 y 2, la presencia de lípidos fue mayor a las 24 horas que a las 72 horas. Un factor que pudo influir en los resultados fue el equipo utilizado para la toma de fotografías. El tamaño de las cajas Petri no permitía un libre movimiento de los objetivos del microscopio, por lo que no era posible acceder al área total de las células. De igual forma, la sincronización de las células se pudo ver afectada por un incremento de temperatura anormal ocurrido previamente a la diferenciación. La temperatura de la incubadora aumentó a 47 ° C, lo cual pudo ocasionar la muerte de un gran porcentaje de células o el desprendimiento de éstas de su adhesión a la caja Petri y con ello una confluencia distinta en cada uno de los grupos de células.

El grupo de células que presentó una mayor presencia de lípidos fue el tratado con 0.1  $\mu$ M de BPA por 48 horas. Es un resultado que no se esperaba, ya que de acuerdo a la literatura (5), la adipogénesis era mayormente inducida a bajas concentraciones de BPA. Al comparar los resultados obtenidos con resultados previamente analizados es posible observar que existen variaciones notables entre los distintos grupos estudiados durante el experimento. Estas discrepancias deben de ser analizadas para verificar si están relacionadas a errores durante el proyecto o si poseen relación con el tratamiento que se dio a las células. Al analizar las imágenes obtenidas tras la tinción, se puede observar una pequeña diferencia entre la estructura y la forma en que las células almacenan los lípidos. Esta evidencia da pie a futuras investigaciones para analizar si existe diferencia entre el almacenamiento de lípidos dentro de las células y cuales son los factores que podrían influir en el proceso.

Como conclusión del presente proyecto, se determinó que la concentración de BPA a 0.1  $\mu$ M por 48 horas fue la condición que produjo una

mayor concentración de lípidos dentro de los adipocitos. Mientras que, a la misma concentración durante 72 horas, se produjo la menor concentración de lípidos. No fue posible establecer una relación directa entre los tratamientos de BPA y la adipogénesis, sin embargo, se pueden observar diferencias dependiendo del tiempo a exposición. Las perspectivas a futuro consisten en determinar la relación entre el tiempo a exposición y el proceso de diferenciación, así como la posible diferencia que puede existir en el almacenamiento de lípidos dentro de la célula dependiendo de las condiciones de tratamiento.

### **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por brindarme el apoyo necesario, así como los recursos para realizar un proyecto de investigación.

De igual manera, doy gracias a la Doctora Ana Gabriela Puga Hernández y a los docentes del laboratorio de investigación biomédica por recibirme en su laboratorio y brindarme tanto la infraestructura como las herramientas para trabajar.

Por último, agradezco a la Facultad de Química, así como al programa “Verano de la Ciencia UAQ” por brindar este tipo de programas y oportunidades para el desarrollo personal y la investigación científica.

### **Referencias bibliográficas**

1. B. S. Rubin, "Bisphenol A: An endocrine disruptor with widespread exposure and multiple effects", *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, Vol. 127, Issue 1-2, pp 27-34. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2011.05.002> [Consultado en 2019].
2. C. A. Richter, L. S. Birnbaum, F. Farabolini, et al., "In vivo effects of bisphenol A in laboratory rodent studies", *Reproductive Toxicology*, Vol. 24, Issue 2, pp 199-224. Disponible en

- <https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2011.05.002> [Consultado en 2019].
3. C. Erler, J. Novak, "Bisphenol A Exposure: Human Risk and Health Policy", *Journal of Pediatric Nursing*, Vol. 25, Issue 5, pp 400-407. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2009.05.006> [Consultado en 2019].
  4. F. Acconcia, V. Pallottini, M. Marino, "Molecular Mechanisms of Action of BPA", *Sage Journals*, Vol. 13, Issue 4. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1559325815610582> [Consultado en 2019].
  5. F. Ariemma, V. D'Esposito, D. Liguoro, "Low-Dose Bisphenol-A Impairs Adipogenesis and Generates Dysfunctional 3T3-L1 Adipocytes", *PLoS ONE* 11(3): e0150762. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150762> [Consultado en 2019].
  6. F. S. vom Saal, S. C. Nagel, B. L. Coe, et al., "The estrogenic endocrine disrupting chemical bisphenol A (BPA) and obesity", *Molecular and Cellular Endocrinology*, Vol. 354, Issue 1-2, pp 74-84. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.mce.2012.01.001> [Consultado en 2019].
  7. J. H. Kang, F. Kondo, Y. Katayama, "Human exposure to bisphenol A", *Toxicology*, Vol. 226, Issues 2-3, pp 79-89. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.tox.2006.06.009> [Consultado en 2019].
  8. M. A. Clavijo, D. G. Camargo, C. G. Alegría, "Adipogénesis in vitro de células 3T3-L0000001", *Revista Med*, Vol. 15, Issues 2, pp 170-176. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-52562007000200004#tab1](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562007000200004#tab1) [Consultado en 2019].
  9. R. M. Sargis, D. N. Johnson, R. A. Choudhury, et al. "Environmental Endocrine Disruptors Promote Adipogenesis in the 3T3-L1 Cell Line through Glucocorticoid Receptor Activation", *Obesity*, Vol. 18, Issue 7, pp. 1283-1288. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/oby.2009.419> [Consultado en 2019].
  10. K. Zebisch, V. Voigt, M. Wabitsch, M. Brandsch, "Protocol for effective differentiation of 3T3-L1 cells to adipocytes", *Analytical Biochemistry*, Vol. 425, Issue 1, pp. 88-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ab.2012.03.005> [Consultado en 2019].

# Efecto antibacterial de los Ionómeros de vidrio tipo I y II adicionados con clorhexidina

Laboratorio de Investigación Odontológica Multidisciplinaria, Facultad de Medicina

Asesor Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez  
[dominguez.ra@uaq.mx](mailto:dominguez.ra@uaq.mx)

Autor: Mayra Liset García González  
[lisetg81@hotmail.com](mailto:lisetg81@hotmail.com)

## Resumen

**Introducción:** La caries sigue siendo un problema de salud mundial, para su tratamiento es necesario el uso de materiales que restauren el tejido dañado, estos materiales deben cumplir con diversas propiedades, una de ellas es la capacidad antibacteriana. Se ha propuesto la incorporación de clorhexidina a los cementos de ionómero de vidrio en un intento de proveerle capacidades antibacterianas. **Objetivo:** Determinar si la adición de clorhexidina a los cementos de ionómero de vidrio tipo I de la marca GC Gold Label Luting & Lining Cement® y del cemento de Ionómero de vidrio tipo II de la marca GC Gold Label Universal Restorative Cement ® les provee un efecto antibacterial. **Metodología:** Se empleó clorhexidina al 2% de la marca VIARCLEAN-UP® de la casa comercial Viarden, así como los cementos de ionómero de vidrio tipo I de la marca GC Gold Label Luting & Lining Cement® y en el cemento Ionómero de vidrio tipo II de la marca GC Gold Label Universal Restorative Cement ®. Se realizaron las pruebas de difusión en agar (ADT) y la de contacto directo (DTC). Ambas pruebas se realizaron utilizando ambos cementos de ionómero de vidrio a los que se les agregó durante la mezcla clorhexidina en diferentes concentraciones, 5, 10 y 15%. Se utilizaron dos cepas bacterianas de E. faecalis, una procedente

de un aislado clínico y la otra de catálogo.

**Resultados:** Se observaron beneficios al hacer la adición de clorhexidina a los cementos. Sin embargo hacen falta más pruebas para establecer las mejores condiciones de uso.

**Palabras clave:** Cemento de ionómero de vidrio, Clorhexidina, E. faecalis.

## Abstract

**Introduction:** Dental decay remains as a global health problem, in its treatment it is necessary to use materials that restore damaged tissue, these materials must meet with various properties, one of them is the antibacterial capacity. The incorporation of chlorhexidine into glass ionomer cements has been proposed in an attempt to provide antibacterial capabilities. **Objective:** To determine whether the addition of chlorhexidine to GC I Gold Glass Luting & Lining Cement® type I glass ionomer cements and GC II Gold Glass Universal Restorative Cement ® type Ionomer glass cement provides them with antibacterial effect. **Methodology:** 2% VIARCLEAN-UP® chlorhexidine of the Viarden commercial house was used, as well as the type I glass ionomer cements of the GC Gold Label Luting & Lining Cement® brand and in the glass type Ionomer cement II of the GC Gold Label Universal Restorative Cement ® brand. Agar diffusion test (ADT) and direct contact test (DTC) were performed. Both tests were performed using both glass ionomer cements to which chlorhexidine was added during the mixing at different concentrations, 5,10 and 15%. Two bacterial strains of E. faecalis were used, one from a clinical isolate and the other from a collection. **Results:** Benefits were observed when adding chlorhexidine to cements. However, more tests are needed to establish the best conditions of use.

**Keywords:** Glass ionomer cement, Chlorhexidine, E. faecalis.

## Introducción



A pesar del continuo avance de los métodos preventivos y tecnológicos, la caries dental todavía tiene una alta prevalencia y los estudios epidemiológicos muestran que las poblaciones con alto riesgo a padecerla son aquellas con mayor marginación social (Mata, 2014).

El tratamiento tradicional para restauración de lesiones cariosas surgió hace casi un siglo. Este tratamiento consiste de la remoción de la lesión cariosa que incluye toda la dentina desmineralizada. Además, las preparaciones clásicamente son extendidas para incluir fosas y fisuras que pueden en un futuro presentar caries recurrente, extensión para la prevención (Mertz-Fairhurst, 1998).

Otro tratamiento para las restauraciones cariosas es el tratamiento restaurativo atraumático ART (Atraumatic Restorative Treatment) que consiste en eliminar la dentina infectada con instrumentos manuales, y luego rellenar la cavidad con material restaurador adhesivo, preferiblemente cemento de ionómero de vidrio GIC (Glass Ionomer Cement) (Mata, 2014).

Los cementos de ionómero de vidrio (GIC) generalmente se recomiendan cuando se necesita protección contra la caries, ya que potencialmente reducen la micro filtración al adherirse a la estructura dental, suprimen el crecimiento de bacterias orales relacionadas con la caries y neutralizan los ácidos producidos por esas bacterias a través de la liberación de iones (Fucio, 2016).

Dado que el ART se realiza en circunstancias en que no se requiere de electricidad ni anestesia local, es posible que se eliminen de forma insuficiente los tejidos cariados durante el proceso de limpieza de la cavidad (Holmgreen, 2000). La eliminación de la dentina infectada mediante excavadoras de mano da lugar a una fuerte disminución de los microorganismos la lesión de dentina cavitada, a veces a un nivel de no detección. Esto implica, sin embargo, que no todos los microorganismos cultivables son siempre eliminados y existe persistencia bacteriana (Frencken, 2007).

A pesar del bajo porcentaje de caries secundarias reportadas, la supervivencia de las restauraciones

de ART probablemente aumentaría y, en consecuencia, la necesidad de la reparación probablemente disminuiría si se pudieran eliminar más microorganismos en el proceso de limpieza de la cavidad (Takahashi, 2006).

El *Enterococcus faecalis* es uno de los microorganismos más frecuentemente recuperados de la periodontitis periapical refractaria, es utilizado en numerosos estudios que evalúan las propiedades antibacterianas de los agentes desinfectantes debido a su resistencia a algunos medicamentos y su capacidad para sobrevivir a la terapia convencional del conducto radicular (Zhang, 2009).

Es responsable del 80-90% de las infecciones por enterococos en humanos, es la especie dominante de enterococos y comúnmente la única especie recuperada del conducto radicular obturado (Castilho, 2012).

Entre todos los agentes microbianos, la clorhexidina (CHX) usada para el control de los microorganismos dentales ha sido considerada una de las sustancias más efectivas y seguras. Presenta un amplio espectro de actividad contra microorganismos Gram positivos, así como gram negativos como bacterias aeróbicas y facultativas anaeróbicas, levaduras y hongos (Hu, 2013).

Diversos estudios han investigado el uso de antimicrobianos, más específicamente el digluconato de clorhexidina, en combinación con materiales restauradores para disminuir la frecuencia y gravedad de caries secundaria (Mata, 2014).

El uso de agentes antibacteriales mezclados con el cemento de ionómero de vidrio para su uso en el ART requiere una óptima cantidad de estos, esta cantidad no debe poner en riesgo las propiedades básicas de los materiales (Takahashi, 2006).

Las pruebas más comunes para evaluar la capacidad antimicrobiana de materiales de uso odontológico son el ADT (Agar Diffusion Test) y el DCT (Direct Contact Test). Ambas pruebas con ventajas y desventajas (Hu, 2013).

## **Objetivo**

Determinar si la adición de CHX a los cementos de ionómero de vidrio tipo I de la marca GC Gold Label Luting & Lining Cement® y del cemento de Ionómero de vidrio tipo II de la marca GC Gold Label Universal Restorative Cement ® les provee un efecto antibacterial.

## Metodología

Se empleó CHX al 2% de la marca VIARCLEAN-UP® de la casa comercial Viarden, así como los cementos de ionomero de vidrio tipo I de la marca GC Gold Label Luting & Lining Cement® y en el cemento Ionomero de vidrio tipo II de la marca GC Gold Label Universal Restorative Cement ®.

Para la evaluación de la actividad antibacteriana se realizaron ambas pruebas utilizando ambos cementos de ionómero de vidrio a los que se les agregó durante la mezcla CHX en diferentes concentraciones, 5,10 y 15%. Para la prueba de ADT se emplearon dos rondas de trabajo, una con una cepa de *E. faecalis* de aislado clínico, y otra con una cepa de *E. faecalis* de catálogo. Mientras que la cepa empleada para la segunda prueba, la de DTC fue solamente la cepa de catálogo.

### Prueba de ADT

1. Se pesaron 13 gramos de agar cerebro corazón BD Dixon® y 250 ml de agua destilada. **Fig.1**



Fig. 1

2. Se mezclaron en un matraz Erlenmeyer y se calentaron hasta hervir en una placa de calentamiento con agitación. **Fig. 2**

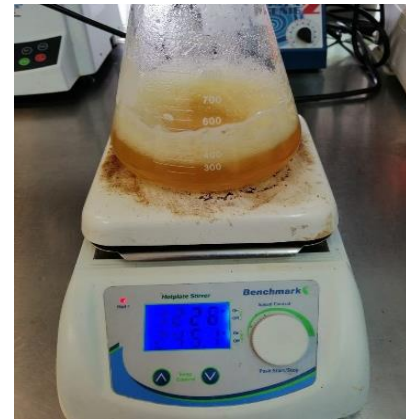


Fig. 2

3. Se colocó papel de estraza y cinta testigo en la boquilla y se llevó la autoclave durante 15 minutos a 121°C. **Fig. 3**

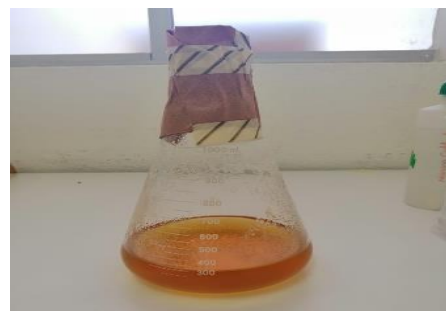


Fig. 3

4. Se dejó enfriar y se vertió en cajas de Petri en una zona estéril con dos mecheros de Bunsen. **Fig. 4**
5. Se dejó gelificar el material y se llevaron a la incubadora durante 24 horas.



Fig. 4

6. Se extrajeron de la incubadora las cajas de agar, y se colocaron 20µl de medio de cultivo BHI de un tubo con *E. faecalis* de crecimiento “overnight” en la superficie de cada una de las cajas de Petri cerca de dos mecheros de Bunsen encendidos.

7. Se cortaron filtros de papel de forma circular de 5 mm de diámetro, se esterilizaron a 121°C durante 20 minutos.
8. Se procedió a establecer las proporciones de los cementos con las cantidades respectivas de CHX para alcanzar los porcentajes de concentración deseados.
9. Se realizó la mezcla de los cementos cerca de dos mecheros de Bunsen encendidos. **Fig. 5**



Fig. 5

10. Se colocaron cantidades estandarizadas (pesadas) en cada uno de los filtros de papel (pesadas) en cada uno de los filtros de papel con las mezclas realizadas y se colocaron en las cajas de Petri con agar, utilizando cuatro para cemento ionomero tipo I y cuatro para ionomero tipo II.

**Fig. 6**

11. Se taparon las cajas de Petri y se llevaron a la incubadora durante 24 horas.

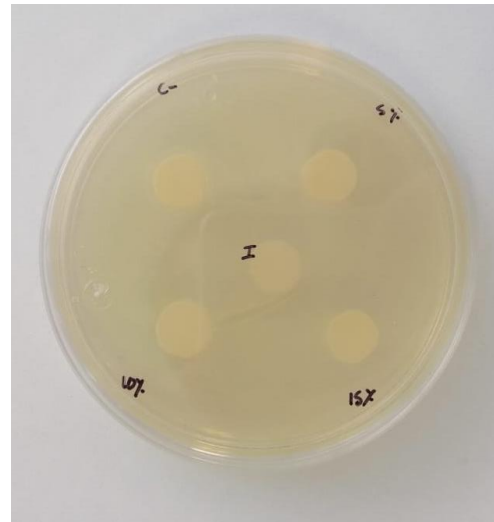


Fig. 6

#### Prueba de DTC

1. Se pesaron 2.59 gramos de infusión cerebro corazón sin agar Bacto™ BD ® y 7 ml de agua destilada. **Fig. 7**
2. Se mezclaron en un matraz Erlenmeyer, se colocaron en la placa de calentamiento y se mezcló hasta tener una mezcla homogénea.
3. Una vez hervida durante 1 minuto, se colocó en un frasco de vidrio con tapa, y sin cerrarlo totalmente se llevó a la autoclave durante 15 minutos a 121°C. **Fig. 8**
4. Se dejó enfriar a temperatura ambiente, y se colocó en la incubadora cerrando completamente el frasco para mantener estéril el contenido durante 24 horas.



Fig. 7

5. Se pesaron el polvo y líquidos para las mezclas de cementos y CHX y se administraron en el

fondo de 24 pozos de la siguiente manera. **Tab. 1**

	0%	5%	10%	15%	E. F	M. E
<b>Tipo I</b>	0%	5%	10%	15%	E.F	M. E
<b>Tipo II</b>	0%	5%	10%	15%	E. F	M. E

**E.F** Enterococcus faecalis y medio de cultivo (Control+)  
**M.E** Medio de cultivo estéril (control -)

- Se colocó en los pozos la mitad del preparado de cada una de las mediciones de acuerdo a las tablas de proporciones para obtener un duplicado de cada una de las concentraciones.
- Se dejó fraguar el cemento y se colocó en luz ultravioleta durante 10 minutos para su esterilización. **Fig. 8**

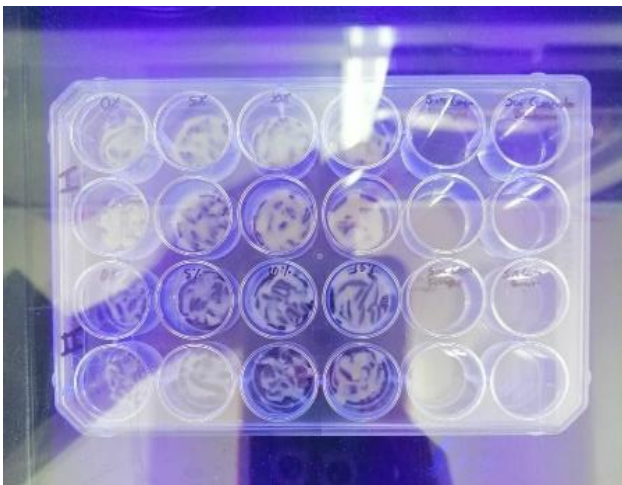


Fig. 8

- Se agregaron 1980  $\mu$ l de medio de cultivo estéril en cada uno de los pozos. **Fig 9**
- Se colocó 20  $\mu$ l de medio de cultivo con crecimiento “overnight” de E faecalis. **Fig. 10**



Fig. 9



Fig. 10

- La caja de 24 pozos se colocó en la incubadora durante 24 horas. **Fig. 11**



Fig. 11

- 24 horas después se sembraron 20  $\mu$ l del contenido de cada uno de los pozos en cajas Petri distribuyendo de manera uniforme sobre

la superficie del agar. Se llevaron a la incubadora durante 24 horas, para posteriormente evaluar la cantidad de unidades formadoras de colonias en cada uno de ellos.

**Resultados**

Resultados de la prueba ADT con cepa bacteriana de aislamiento clínico:

Ionómero de vidrio tipo I :

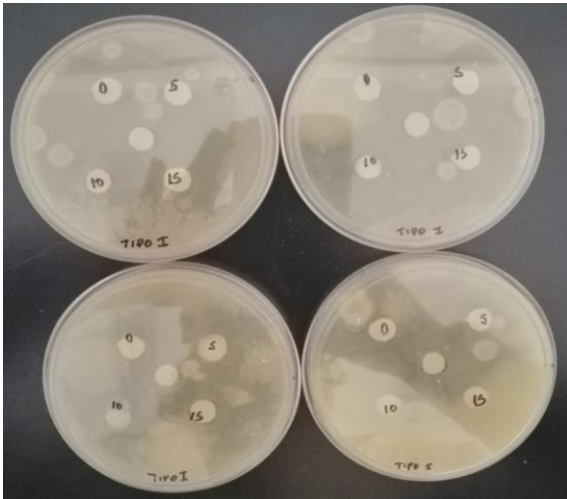


Fig. 12

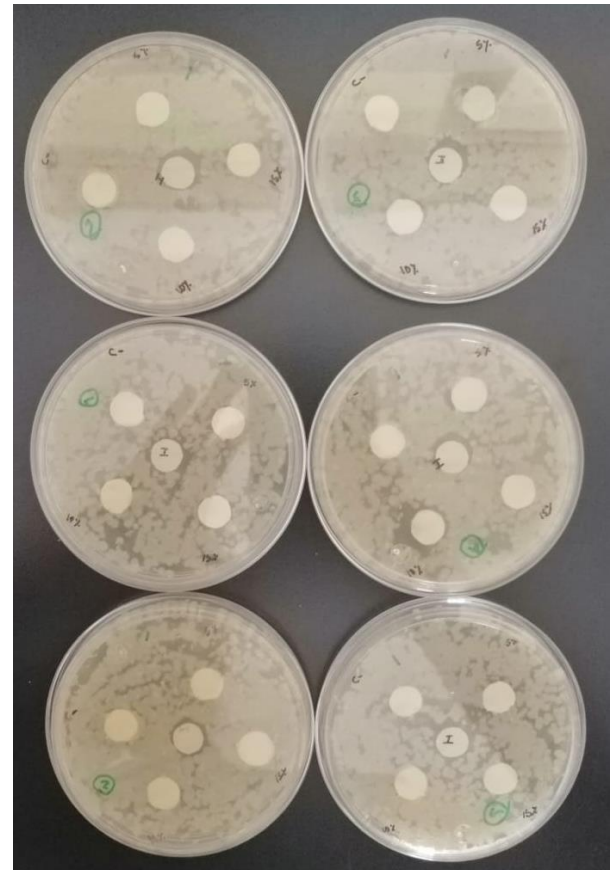


Fig. 14

Ionómero de vidrio tipo II:

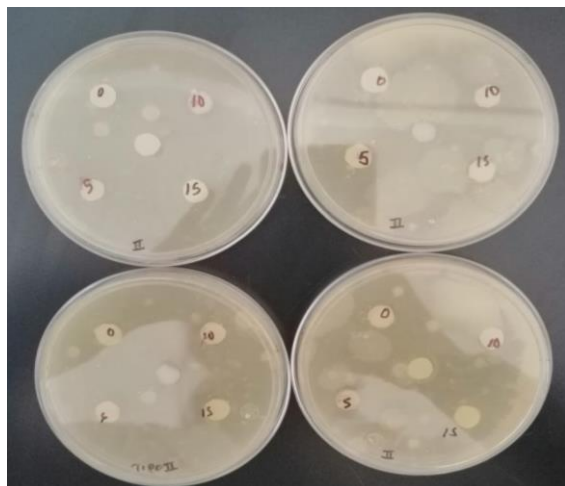


Fig. 13

Resultados de la prueba de ADT con cepa bacteriana de catálogo:

Ionómero de vidrio tipo I:

**Tabla 2. Resultados de prueba ADT con cepa bacteriana de catálogo Ionómero tipo I**

Caja	0%	5%	10%	15%	Control
1					X
2					X
3		X	X		X
4					X
5					X
6					X
	0%	16%	16%	0%	100%

X= Presencia de zona libre de bacterias en la periferia del filtro

Ionómero de vidrio tipo II:

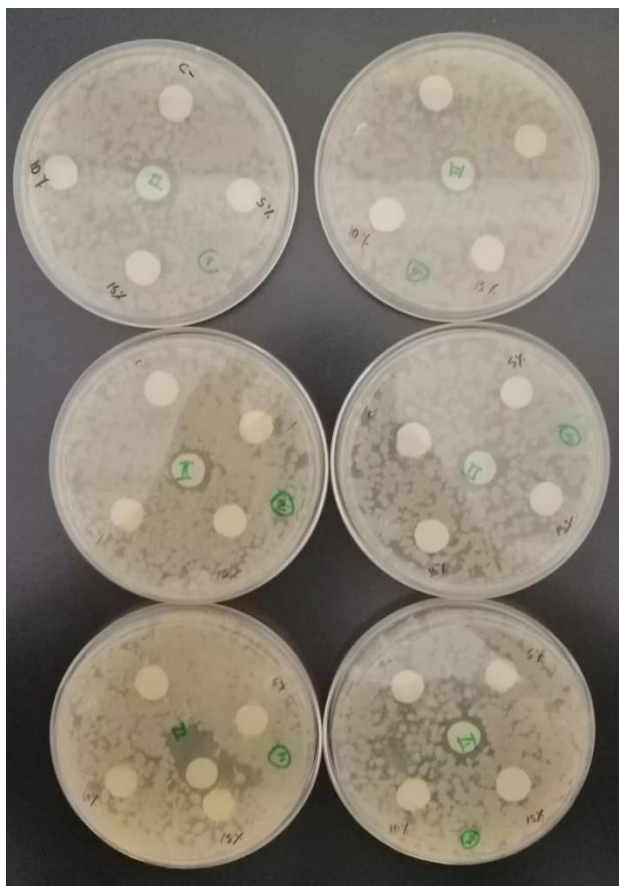


Fig. 15

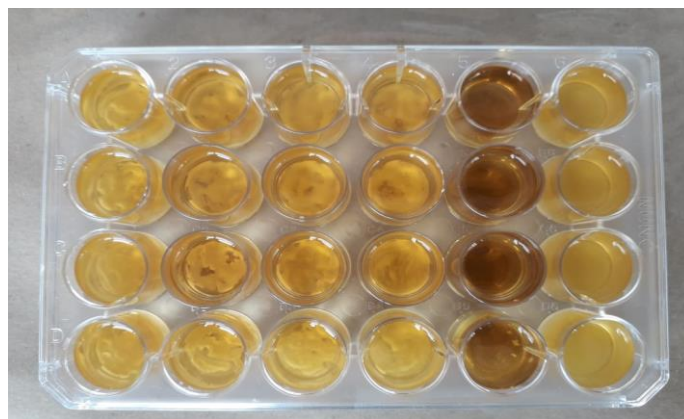


Fig. 16

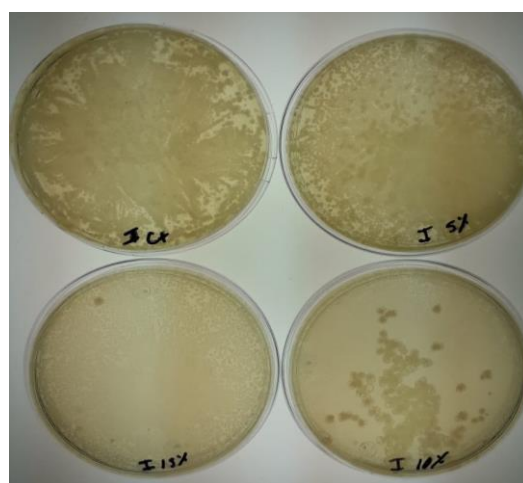


Fig. 17

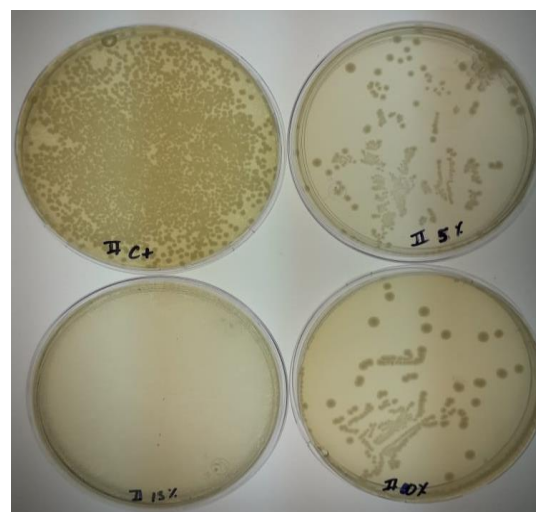


Fig. 18

**Tabla 3. Resultados de ADT con cepa de catálogo Ionómero tipo II**

Caja	0%	5%	10%	15%	Control
1			X		X
2					X
3		X	X		X
4		X			X
5					X
6			X	X	X
	0%	50%	50%	16%	100%

X= Presencia de zona libre de bacterias en la periferia del filtro

Resultados de la prueba DCT:

## Discusión y conclusiones

Prueba ADT

Como bien se ha discutido en la literatura, la prueba ADT, es una prueba muy popular pero con limitaciones, pues los resultados dependen en mucho de la capacidad de difusión sobre el agar del compuesto estudiado. En este proyecto se elaboró un par de veces, la primera ocasión se realizó con bacteria de aislado clínico, obteniendo resultados insatisfactorios, ya que incluso en los filtros de control con CHX no se observó un efecto antibacteriano, teniendo como resultado una uniformidad del crecimiento bacteriano en toda la superficie de las cajas de Petri. **Fig. 12, Fig. 13**

Estos resultados podrían haberse visto afectados también debido a la poca adherencia que se pudo haber creado entre la superficie del agar y el cemento, ya que eran notorias zonas en las que el papel filtro se encontraba ligeramente levantado o con burbujas en la zona. Además considerando la procedencia de la muestra, se cree que se podría tratar de una cepa mucho más resistente.

Por ello se optó por la repetición de la prueba utilizando ahora una cepa de catálogo, llevando a cabo los pasos establecidos anteriormente para la elaboración del medio de cultivo.

En la segunda ocasión en que se empleó la prueba de ADT, se mostró un ligero efecto antimicrobiano al formar pequeños halos de inhibición sobre las placas de agar. **Fig. 14, Fig. 15**

A pesar de no mostrar halos de inhibición de forma clara y contundente, en los discos control (CHX) se pueden apreciar zonas donde las bacterias no colonizaron de manera homogénea como en el intento anterior de ésta prueba.

Se obtuvo una tabla de resultados, expresando en que zonas adyacentes a los distintos filtros se podía observar una zona no invadida por *E. faecalis*.

En esta tabla se puede apreciar que el Ionómero de vidrio tipo I con adición del 5 y 10% de CHX existe una ligera formación de superficie libre de bacterias alrededor del filtro. **Tab. 2**

En caso del ionomero de vidrio tipo II, se observó que a concentración igualmente de 5, 10, 15% es un tanto beneficiosa contra la actividad bacteriana de *E. faecalis*. **Tab. 3**

Debido a que no se lograron resultados contundentes se decidió hacer la prueba DCT, considerada más confiable y funcional en evaluación de control bacteriano, ya que se trata de una prueba que no permite el crecimiento bacteriano al estar el compuesto a estudiar en contacto directo con el medio.

#### Prueba DCT

En la placa de 24 pozos se puede observar de forma muy clara el cambio en la turbidez de los medios. El pozo en el que se colocó únicamente el medio de cultivo y las bacterias sin cemento es mucho más turbio que en los pozos con CHX e incluso en el pozo en el que solo se colocó la mezcla de ionomero se puede observar el color muy similar a aquellos con CHX, demostrando un efecto antibacterial propio en el producto de cemento ionomero de vidrio. **Fig. 16**

Sin embargo hasta que se hacen las siembras de muestras de estos pozos en las cajas de Petri se puede observar la disminución de crecimiento bacteriano de las placas en las que la concentración de CHX es mayor.

#### Ionomero de vidrio tipo I

Se puede observar en la caja de Petri sin CHX (arriba a la izquierda) una cantidad importante de unidades formadoras colonias. A diferencia de la concentración en 5% donde se observa una ligera disminución en la cantidad de bacterias específicamente en la zona de los bordes. La caja de agar con concentración de 10%, aparece prácticamente libre de bacterias. Además la caja de 15% de concentración presenta una colonización bacteriana mayor a la de 10%, lo que significa que no por mayor cantidad de CHX represento un mayor beneficio. **Fig 17**

#### Ionomero de vidrio tipo II

Se puede observar en las placas de agar, la presencia de uniformidad bacteriana en la placa donde no se colocó CHX, y es posible observar una disminución notoria en la placa de 5 y 10% de CHX, en la cual es muy similar la cantidad comparada entre las dos, sin embargo en la concentración al 15% se observaron resultados más favorables aun. **Fig. 18**

De este trabajo podemos concluir, que los beneficios de adición de CHX son significativos, por los resultados obtenidos en la prueba DTC donde se observa de manera más contundente la disminución de la cantidad de bacterias en la superficie del agar.

Hacen faltas más pruebas, utilizando otros microorganismos, y otras concentraciones de CHX, además de evaluar si la adición de CHX a estos materiales altera otras propiedades del mismo.

## Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión y guía del Dr. Rubén Abraham Domínguez Pérez, a quien quiero expresarle mi más profundo agradecimiento, por su paciencia, tiempo y dedicación para que el proyecto se realizara de manera exitosa.

Así mismo agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro, que con este programa de Verano de la Ciencia UAQ, fomenta a los jóvenes estudiantes a integrarse a la actividad de investigación.

## Referencias bibliográficas

Castilho, D., Duque, C., Roge, A., Paula, B. De, Alberto, C., Costa, D. S. Spolido, P. *In vitro and in vivo investigation of the biological and mechanical behaviour of resin-modified glass-ionomer cement containing chlorhexidine*. Journal of Dentistry. 2012: 41(1), 155-163

Frencken J.E., Imazato S, Toi, C, Mulder J, Mickenautsch, Takahashi Y, Ebisu S. *Antibacterial Effect of Chlorhexidine-Containing Glass Ionomer Cement in vivo: A pilot study*. Caries Res. 2007:41(1) 102–107.

Fúcio, S. B. P., de Paula, A. B., Sardi, J. C. O., Duque, C., Correr-Sobrinho, L., & Puppini-Rontani, R. M. *Streptococcus Mutans biofilm influences on the antimicrobial properties of glass ionomer cements*. Brazilian Dental Journal. 2016: 27(6), 681–687.

Holmgren, C. J., Lo, E. C. M., Hu, D., & Wan, H. *ART restorations and sealants placed in Chinese school children results after three years*. Community Dentistry and Oral Epidemiology. 2000: 28(4), 314–320.

Hu, J., Du, X., Huang, C., & Fu, D. *Antibacterial and physical properties of EGCG-containing glass ionomer cements*. Journal of Dentistry. 2013: 41(10), 927–934.

Mata M L, Ferraz- Santos B, Azevedo R. Giro MA, Zuanon AC. *Addition of Chlorhexidine Gluconate to a Glass Ionomer Cement: A Study on Mechanical, Physical and Antibacterial Properties*. Braz. Dent. J. 2014; 25(1): 33-37.

Mertz-Fairhurst, E. J., Curtis, J. W., Ergle, J. W., Rueggeberg, F. A., & Adair, S. M. *Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: Results at year 10*. Journal of the American Dental Association. 1998: 129(1), 55–66.

Takahashi, Y., Imazato, S., Kaneshiro, A. V, Ebisu, S., Frencken, J. E., & Tay, F. R. *Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach*. Academy of Dental Materials. 2006: 647–652.

Zhang, H., Shen, Y., & Ruse, N. D. *Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against Enterococcus faecalis*. Journal of Endodontics, 2009: 35(7), 1051–1055.



# Innovación de un instrumento para evaluar el diseño e implementación de una oferta de educación continua en modalidad a distancia.

**María de Guadalupe Godorníz González, Universidad Autónoma de Querétaro.**

[mgodorniz02@alumnos.uaq.mx](mailto:mgodorniz02@alumnos.uaq.mx)

**Anahí Isabel Arellano Vega, Universidad Autónoma de Querétaro.**

[anahi.isabel.arellano@uaq.mx](mailto:anahi.isabel.arellano@uaq.mx)

## Resumen

La presente investigación adquiere su relevancia en el campo de la educación virtual, específicamente en los procesos de evaluación de una oferta educativa en una modalidad a distancia; este trabajo se desarrolló durante la instancia en el programa del verano de la ciencia, que promueve la Dirección de Investigación y Posgrado, de la Universidad Autónoma de Querétaro; Cabe mencionar que este trabajo forma parte del proyecto de investigación Competencias digitales docentes de profesores universitarios del área de ciencias sociales y humanidades a cargo de la Mtra. Anahí Isabel Arellano Vega, docente de la Facultad de Psicología, de la Universidad Autónoma de Querétaro.

El diseño metodológico fue de corte cualitativo-analítico, se empleó la entrevista como técnica para la recolección de datos con expertos en el diseño e implementación de programas educativos a distancia. Como producto del trabajo científico, se obtuvo el rediseño del instrumento para la evaluación del nivel 1 de un curso

impartido en la Facultad de Derecho, en la misma institución.

Algunos de los resultados relevantes que se obtuvieron son la exhortación a continuar con la formación de docentes para la capacitación como diseñadores y facilitadores más competentes en ambientes de aprendizaje virtual, así mismo hacen un énfasis en el desarrollo de habilidades digitales en los estudiantes para que interactúen en estos espacios alternativos de aprendizaje, debido a que son espacios que demandan al estudiante un proceso más autónomo y metacognitivo durante su experiencia formativa en esta modalidad.

## Abstrac

This research acquires its relevance in the field of virtual education, specifically in the evaluation processes of an educational offer in a modality to distance; This work was developed during the instance in the summer program of the science, which promotes the Directorate of Research and Postgraduate, of the Universidad Autónoma Querétaro; It is worth mentioning that this work is part of the project of research Digital competencies of university professors in the area of social sciences and humanities by Mtra. Anahí Isabel Arellano Vega, teacher of the Faculty of Psychology, of the Universidad Autónoma de Querétaro.

The methodological design was qualitative-analytical, the interview was used as technique for data collection with experts in the design and implementation of programs distance education. As a product of scientific work, the redesign of the instrument for the evaluation of level 1 of a course taught at the Faculty of Law, In the same institution. Some of the relevant results that were obtained are the exhortation to continue teacher training for training as designers and more competent facilitators in virtual learning environments, likewise make a emphasis on the development of digital skills in students to interact in these alternative learning spaces, because they are spaces that demand the student a more autonomous and metacognitive process during his formative experiedemand this mode.

## Introducción

En la actualidad las instituciones educativas de nivel superior se enfrentan una serie de transformación y mejora en los procesos de formativos, en donde los procesos de enseñanza y aprendizaje se han innovado para responder a las necesidades y demandas en diferentes espacios educativos en instituciones de educación superior. Uno de los diferentes tema a abordar de estas instituciones es generar programas educativos que permitan fortalecer el desarrollo del conocimiento, actualización disciplinar y capacitación a la sociedad en general, considerando las necesidades del contexto (local, regional, nacional, y global), a través de la participación en diferentes cursos, diplomados, talleres, etc. que se ofertan a través de cualquiera de sus modalidades: presencial, semipresencial y a distancia (Guzmán, T., Escudero, A., Ordaz, T., Chaparro, R., y García, T., 2016).

Derivado del avance tecnológico, las interacción en una dinámica digitalizada demanda la creación de escenarios alternativos de formación continua para la comunidad académica y sociedad en general; esto ha generado que las Instituciones de Educación Superior (IES) ofrezcan programas educativos, principalmente en una modalidad a distancia; la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) a espacios formativos, promueven que estos sean más flexibles y autónomos, para que la comunidad académica y la sociedad en general puedan continuar formándose en cualquier campo disciplinar (Guzmán, T., Escudero, A., Ordaz, T., Chaparro, R., y García, T., 2016).

En este contexto, la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) , a través de su Modelo Educativo Universitario (MEU) pretende orientar las prácticas de la comunidad universitaria, con fines orientados hacia una educación humanista, ética y con compromiso social; donde la comunidad contribuya a las funciones sustantivas como la investigación, docencia, vinculación y extensión, mismas que permitirán el desarrollo de la institución.

Dentro de los tres componente del MEU, se encuentra el de innovación educativa; para Navarro, Jiménez, Rappopot y Thoilliez (2017) la innovación educativa es la puesta en marcha de procesos, estrategias e ideas de forma planificada y sistematizada, con el objetivo de introducir

cambios en las prácticas educativas, es decir pretenden la transformación de la realidad educativa para la mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para la UAQ (2017) la innovación educativa, implica el desarrollo de diversos sistemas educativos flexibles, capaces de llegar a los estudiantes independientemente de su entorno; por lo que es necesario que desarrolle programas educativos que rompan las barreras del tiempo y espacio, a través de plataformas de aprendizaje virtual, que promueven el trabajo autónomo y autorregulado; Aunado a la evaluación y actualización de los planes de estudio, siempre haciendo un énfasis en los procesos de enseñanza y aprendizaje situado.

La propuesta del Sistema Multimodal de la UAQ presenta un avance institucional en relación al campo de la educación virtual; en este documento se establecen algunos fundamentos teóricos para incorporar la modalidad de educación a distancia, abierta y mixta a la comunidad universitaria.

En el sistema de educación multimodal se definen los principios y lineamientos para la implementación de nuevos modelos educativo; para fines de este proyecto nos centraremos únicamente en la oferta educativa con modalidad a distancia.

Para (Guzmán, Escudero, Ordaz, Chaparro, y García, 2016) el sistema de educación a distancia es una actividad de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla fuera de un espacio físico, temporal, a través de una intranet o de internet, ofreciendo una diversidad de medios y recursos dirigidos apoyar la enseñanza. Ésta modalidad pretende ampliar la atención educativa a personas que requieren trabajar y estudiar al mismo tiempo; además permite el desarrollo de competencias tecnológicas, y reconoce que los programas educativos se internacionalizan y especialicen al profesorado en los nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje.

Esta modalidad se encuentra dentro del sistema educativo no presencial, sistema que justifica los factores de competitividad, cobertura, credibilidad e internacionalización de la oferta formativa; es importante mencionar que cada sistema tiene su modalidad educativa, está puede ser escolarizada, no escolarizada y mixta.

La oferta educativa en esta modalidad ha adquirido su popularidad en los espacios académicos, sin embargo es necesario valorar y comentar todo el trabajo que implica el diseñar e implementar este tipo de oferta educativa; a decir de los expertos en el campo de la educación virtual, la educación virtual, entendida como el conocimiento y socialización con la tecnología y los espacios virtuales de aprendizaje son poco valoradas para innovar las prácticas de enseñanza-aprendizaje.

Hace falta trabajar un poco más en el desarrollo de las competencias digitales, tanto en estudiantes como docentes, esto permitirá que la cultura digital y sus implicaciones en las instituciones educativas sean más significativas y valoradas por la comunidad universitaria; y así potencializar el desarrollo de la oferta educativa a distancia, partiendo de la oferta y demanda que tenga la propuesta curricular.

Los entornos virtuales son espacios de comunicación que permiten el intercambio de información, y que según sea su utilización podrían concretarse en espacios de enseñanza-aprendizaje que faciliten el trabajo cooperativo entre el docente y estudiante, en el marco de la interacción, a través de diferentes contenidos y materiales seleccionados, mediante los procesos de comunicación propios del medio tecnológico y cultural de la era digital (Guzmán, Escudero, Ordaz, Chaparro, y García, 2016).

Como toda propuesta educativa, la evaluación es uno de los procesos importantes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación es una actividad fundamental en el proceso educativo, la incorporación de las tecnologías de la información y la telecomunicación (TIC) en la educación superior, pretende investigar teorías para la evaluación del aprendizaje en entornos virtuales, o bien para conocer el desempeño de los estudiantes durante su participación en una oferta educativa a distancia.

También la evaluación nos permite verificar la pertinencia y confiabilidad del programa educativo, o dar a conocer las necesidades educativas y metodológicas en ambientes virtuales (González, 2004). Para fines de esta investigación, la evaluación es concebida como

un proceso reflexivo y participativo, de esta forma podemos obtener información sobre el aprendizaje de los estudiantes, el desempeño del docente, y el nivel de calidad que puede tener el programa educativo ofertado; por lo que la presente investigación pretende desarrollar el proceso metodológico para llevar a cabo el rediseño de un instrumento de evaluación, de una oferta educativa en modalidad virtual.

## **Objetivo**

### **Objetivo general**

- Innovar un instrumento de evaluación para el diseño e implementación de una oferta de educación continua en modalidad a distancia

### **Objetivo específico**

- Analizar qué y cómo evalúan diferentes instancias, la calidad de una oferta de educación continua en modalidad a distancia a través de la opinión de sus participantes
- Analizar el fundamento teórico y el diseño de un instrumento de evaluación diseñado para conocer la calidad de una oferta de educación continua en modalidad a distancia a través de la opinión de sus participantes
- Diseñar propuestas de mejora a un instrumento de evaluación diseñado para valorar el diseño e implementación de una oferta de educación continua en modalidad a distancia.

## **Metodología**

El diseño de la investigación se realizó partiendo del modelo de diseño y desarrollo propuesto por Revees (2000), donde el proceso de investigación se concreta mediante ciclo continuo de diseño, validación, análisis y rediseño. Esto para mejorar la oferta educativa a partir de propuestas creativas que mejoren los procesos de intervención educativa (citado por Durán, 2014). Por lo que el proceso de investigación es de carácter cualitativo, debido a los objetivos definidos para esta investigación.

El diseño de esta investigación se desarrolla en tres fases, que corresponden al modelo de referencia. Estas fases son análisis, rediseño y validación. Para realizar el rediseño del instrumento de evaluación, de la oferta educativa a distancia en modalidad virtual; se inició con el análisis del instrumento vigente de la oferta formativa que actualmente se dirige a profesores de la Facultad de Derecho, de la Universidad Autónoma de Querétaro en modalidad a distancia.

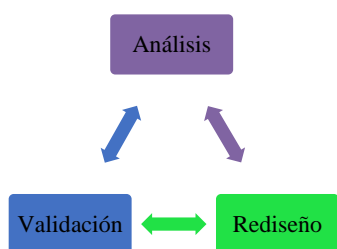


Figura 1. Proceso metodológico, elaboración propia, 2019.

Para el análisis del instrumento se realizó la búsqueda documental sobre el diseño de instrumento para la evaluación de oferta educativa en modalidad a distancia o mixta; el cual se elaboró retomando dos documentos base. El primero es la *tarjeta de puntuación (SCCQAP) evaluación de programas de pregrado en línea*, elaborado por la organización **Online Learning Consortium (OLC)** y el **Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en Educación Superior a Distancia (CALED)**; Ambos organismos dedicados al asesoramiento de instituciones e individuos para mejorar la calidad de la Educación Superior a Distancia en toda Hispanoamérica.

El segundo documento titulado *sistema de educación multimodal*, de la Universidad Autónoma de Querétaro; el cual proporciona los principios y lineamientos para poder ofertar programas formativos en modalidad a distancia, abierta y mixta. Como resultado de la revisión documental de ambos títulos, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué elementos cualitativos se pueden mejorar para innovar los instrumentos de evaluación actual, de la oferta formativa continua a distancia?

Para retroalimentar la búsqueda documental, se empleó la entrevista (Sampieri, 2014) como una técnica para recolección de datos, su diseño es

semi-estructurado, esto con objetivo de identificar algunos indicadores que permitan conocer si la oferta educativa cumplió o no con sus fines formativos; la entrevista se aplicó a cinco participantes, cuatro de ellos expertos en el campo de la educación virtual, y un última a un docente con experiencia como implementador de un curso en esta modalidad (virtual).

Las entrevistas fueron analizadas por el programa Atlas.Ti (figura 2), realizando una codificación abierta, misma que permite codificar datos y construir teorías, a partir de la relación entre conceptos-categorías-temas (Sampieri, 2014); Una vez construida la matriz de análisis de dos propuestas metodológicas de evaluación de la oferta educativa en línea, se trabajó en el diseño de los criterios a considerar para evaluar el nivel de calidad de esta modalidad formativa, para mejorar los procesos didáctico-pedagógicos, tecnológicos y multimedia para que se brinde una oferta educativa a distancia de calidad.

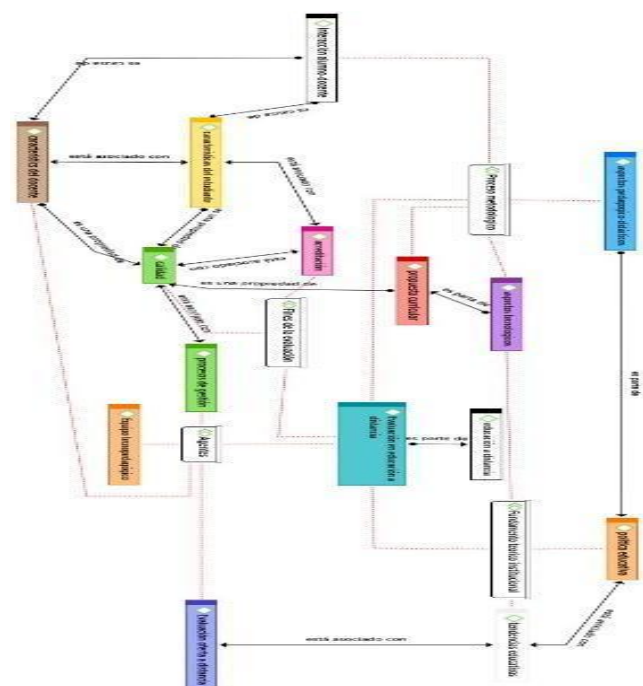


Figura 2. Red de códigos, elaboración propia, 2019.

Inmediatamente se trabajó con el rediseño en el instrumento de evaluación actual; para ello se identificaron las categorías, criterios e indicadores necesarios, que nos permitieran conocer las áreas de oportunidad, que pudiera tener esta oferta formativa en modalidad virtual. Como resultado de este trabajo se logró diseñar un conjunto de ítems que integrarán el nuevo instrumento.

Una vez elaborado el rediseño del instrumento, éste mismo es sometido a juicio de expertos; esto nos permitirá obtener información extra sobre el trabajo realizado, este proceso nos permite validar y legitimar el instrumento para los fines de evaluación del nivel de satisfacción del usuario.

## Resultados

### Matriz de Análisis

La elaboración del instrumento tarjeta de puntuación SCCQAP fue el resultado de un trabajo de análisis de los sistemas Online Learning Consortium (OLC) y el Instituto CALED. Ambos organismos dedicados a la evaluación de la oferta educativa a distancia (virtual). El instrumento se conforma de 9 categorías, entre las que incluye aspecto pedagógico-didáctico, curricular y tecnológico, aunado a la conformación de una política educativa que favorezca la seguridad y calidad de los programas educativos en línea para instituciones de Educación Superior.

Las categorías que propone este instrumento son:

- I. Apoyo institucional
- II. Apoyo tecnológico
- III. Desarrollo y diseño instruccional de los cursos en línea
- IV. Estructura de los cursos en línea
- V. Enseñanza-aprendizaje
- VI. Participación social y estudiantil
- VII. Apoyo a los docentes
- VIII. Apoyo a los alumnos
- IX. Evaluación y valoración

Las categorías que se establecen en el documento son claves para el proceso de evaluación de la oferta educativa en línea, pues se incorporan aspectos externos como políticas de seguridad, respaldo de documentos, y soporte tecnológico; también incorpora aspectos internos como la importancia de la formación de docente y estudiantes para la modalidad virtual y el trabajo

colaborativo en el diseño instruccional de la oferta educativa.

Al ser una propuesta integral de ambos sistemas de evaluación (OLC y CALED), éste hace un equilibrio entre una evaluación cualitativa y una evaluación cuantitativa; si bien es importante mencionar que ambos datos nos permiten establecer una evaluación más completa y panorámica sobre el diseño y desarrollo de la propuesta educativa en línea; Se podría establecer que éste instrumento enfatiza en el diseño y desarrollo instruccional y formación continua a los alumnos frente a las competencias a desarrollar en esta modalidad.

En un segundo nivel establece como importantes a considerar el desarrollo curricular vinculado a los procesos de evaluación del aprendizaje, el nivel de desempeño de docente y estudiante, y por consiguiente la valoración del proceso de desarrollo del curso. Considerando dejar en un tercer nivel aspectos relacionados con las normas o políticas educativas que regulen los procesos formativos en línea, el soporte tecnológico, y la formación y capacitación continua de los docentes para hacer frente a las necesidades de estos nuevos ambientes de aprendizaje.

En comparación con la propuesta que hace el Sistema Multimodal de Educación (SIME), el instrumento que propone evalúa el funcionamiento técnico para valorar la calidad de la oferta educativa, es decir que los indicadores para evaluar la oferta educativa a distancia no permiten visualizar de manera integral los aspectos importantes para garantizar una oferta educativa de calidad, si bien establece algunos lineamientos básicos como formatos, procesos y estructuras, éstos no son lo suficientemente claros y específicos para valorar de manera integral la propuesta educativa.

Cuando se considera llevar a cabo un proceso de evaluación es necesario considerar que este debe ser cíclico y constante, para ello es importante definir qué es lo que se quiere evaluar; el SIME propone 4 niveles de evaluación (Figura 3).

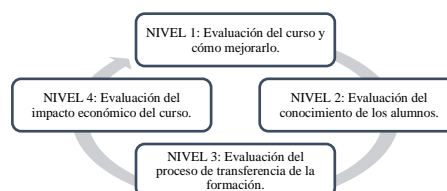


Figura 3. Niveles de evaluación propuestas por el SIME, 2016.

Considerando estos niveles, la investigación se sitúa en el nivel 1. Esto implica poder identificar las áreas de oportunidad para trabajar en la mejora de la oferta educativa; no obstante es importante considerar que lo establecido por algunos organismos evaluadores de esta modalidad (virtual), complementa los datos obtenidos durante el desarrollo del curso.

Es necesario identificar que la propuesta del instrumento que hace el SIME, requiere de un actualización, incluyendo aspectos como de seguridad, normas a fines de la educación virtual, infraestructura, y diseñar un plan de acción que favorezca la formación y actualización continua de profesores y estudiantes.

También se considera pertinente incorporar un sistema de evaluación mixta, por lo que establecer unas categorías que permitan evaluar los procesos didáctico-pedagógicos y tecnológicos-admirativos, sin combinar finalidades de cada una de las categorías. Como resultado del análisis que se obtuvo de la entrevista con los expertos, se identificaron cuatro categorías centrales, estas establecen relaciones de carácter cualitativo (figura 2). Pero lo significativo de este análisis, resulta ser que los puntos abordados en el análisis de la propuesta del instrumento de evaluación OLC y CALED son valorados e identificados por los expertos, en cuanto a lo que se refiere a la calidad educativa, ésta entendida como la satisfacción del estudiantes frente a los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la modalidad virtual, aunado al logro total de los objetivos de aprendizajes definidos para la propuesta educativa.

A continuación se presentarán los resultados obtenidos a partir de tres preguntas guía, diseñadas a partir del análisis cualitativo de las entrevistas con expertos. Estas interrogantes permite ser más objetivos en relación a las necesidades que se tienen en la oferta educativa a distancia (virtual) y los procesos de evaluación de esta misma oferta; Finalmente se presenta la propuesta del rediseño del instrumento para

evaluar el nivel 1, de la oferta educativa en un programa a distancia (virtual).

## I. ¿Qué se evalúa?

A decir de los expertos en el diseño e implementación de oferta educativa en distancia, estos ambientes de aprendizaje se han potencializado como un medio de interacción y comunicación alterno al tradicional.

Los modelos de enseñanza y aprendizaje en ambientes virtuales, han traído consigo una transformación en lo que compete al diseño e implementación de la propuesta educativa.

Por lo que, la mayoría de los organismos dedicados a la evaluación de la oferta educativa a distancia, y algunos expertos en esta área consideran importante evaluar tres aspectos:

### 1. Propuesta curricular

El diseño instruccional o bien la propuesta curricular del programa que se va promover es fundamental, debido que de esta propuesta es donde se estarán gestando los fines y medios para el diseño e implementación de los medios y recursos pedagógicos didácticos para lograr los objetivos formativos de todos los estudiantes que deseen participar en una oferta educativa a distancia.

### 2. Diseño didáctico-pedagógico.

En aspecto, el apoyo del equipo tecno pedagógico es uno de los agentes clave para la elaboración de los productos o materiales educativos, aunque se ha considerado un trabajo multidisciplinarios, el asesor tecno pedagógico va ir estableciendo una relación muy estrecha con el docente (mediador), esta estrategia permitirá que se eficiente más el proceso formativo de los estudiantes que participan en la oferta educativa.

### 3. Perfil del docente.

Aunque el asesor tecnopedagógico esté trabajando colaborativamente con los docentes, es importante mencionar que en lo que corresponde a los espacios de enseñanza y aprendizaje en línea, el docente tiene la responsabilidad de formarse en el desarrollo de competencias

digitales, que le permita transitar del diseño e implementación en lo presencial, a ambientes virtuales de enseñanza a aprendizaje como lo son las plataformas en línea.

Entre los expertos entrevistados, y en algunas referencias bibliográficas se menciona que está presente la necesidad en las instituciones de educación superior formar y capacitar docentes como facilitadores competentes para interactuar en ambientes de aprendizaje virtual, y con ellos implementar nuevas formas de interacción y comunicación con los docentes a través del uso adecuado de la tecnología.

Pero para ello, también es importante trabajar en el desarrollo de las competencias digitales en los estudiantes, debido a que implica un trabajo más autónomo y metacognitivo, el alumno debería ser competente en lo que corresponde a la organización del tiempo y tareas, eficiencias y hábitos de estudio.

## II. ¿Cómo se evalúa?

La evaluación de la oferta educativa en línea tiene dos propósitos importantes; en primer lugar tiene el propósito de mejorar la experiencia del estudiante participante para el logro de sus objetivos formativos, esto se evidencia en la participación del estudiante en las diferentes actividades como lo son foros de discusión (Zarzar, 2009).

El segundo propósito está relacionado con la legitimación del programa educativo, en términos académicos e institucionales hablamos de acreditaciones y certificaciones de la oferta educativa (Zarzar, 2009). Ambos propósitos pueden medirse de manera cualitativa o cuantitativa, lo importante es que se establezca un sistema de evaluación sistematizada, pues esto permitirá identificar los logros o las dificultades durante la implementación del curso.

En términos de eficiencia y eficacia, propias de la calidad educativa, existen organismos evaluadores que establecen algunos criterios para la certificación o a acreditación de los programas educativos como ofertas educativas de calidad.

No obstante, estos procesos de evaluación suelen ser más técnicos y burocráticos, misma

características que reducen la oportunidad de visualizar las áreas de oportunidad de la oferta educativa; esta idea es importante, porque a decir de los expertos, cada oferta educativa que se diseña y propone necesita de un sistema de evaluación específico, debido a que responde a demandas y necesidades socioeconómica y educativas particulares de una región.

Un modelo genérico y único de evaluación únicamente nos proporcionara la estandarización de alguna experiencia educativa, esto sin considerar la diversidad cultural, educativa y económica.

A pesar de que los criterios de evaluación que se establecen son elementales, los aspectos tecnológicos, de infraestructura, pedagógico-didácticos y curriculares son relativos al contexto y la población a la que se dirige la oferta educativa.

### ¿Para qué se evalúa?

Todo proceso de evaluación se podría concretar en una propuesta de innovación, sin embargo cuando se refiere a procesos de evaluación los reconocimientos de calidad están a la orden y prioridad de las instituciones de educación superior.

Para González (2004) la calidad en términos educativos es entendida como un constructo valorativo de tres dimensiones que son la funcionalidad, eficacia y eficiencia, sistemas y centros educativos.

Calidad es evidentemente una categoría muy amplia y compleja de definir, aunque se sabe que proviene de un campo empresarial, la calidad educativa en las instituciones de educación superior, según González (2004) tiene tres enfoques.

En el primer enfoque, se entiende la calidad en términos de eficiencia, es decir tiene que ver con el que estudiante haya aprendido lo que realmente se había determinado que aprendiera en un tiempo determinado; una forma de verificar que esto suceda es en función de la asistencia (educación presencial) o acceso (educación virtual).

Un segundo enfoque la calidad se entiende en términos de relevancia, es decir que los contenidos que se seleccionan respondan a las necesidades del alumno, esto con el fin de desarrollar habilidades, actitudes, aptitudes y saberes en el estudiante.

Finalmente un tercer enfoque se entiende la calidad en término de los procesos y medios, es decir implica que el sistema proporcione al estudiante los medios y recursos necesarios para que desarrolle su experiencia educativa en las mejores condiciones; este aspecto dependerá del ambiente de aprendizaje que se refiera, ya sea presencial o virtual.

En conclusión, la calidad de la educación superior integrado por cinco componentes fundamentales (Figura 4.) hablamos de contexto social y económico que responde a las demandas y necesidades sociales y educativas de la comunidad a la que se refiera.

El segundo componente tiene que ver con las metas y objetivo, en este participa tanto la institución y sus políticas educativas, como el proyecto educativo concretado en el modelo educativo.

También requiere de un capital humano (entradas en el sistema, de un proceso y un producto; estos últimos dos se refieren a las funciones administrativas de gestión institucional, así como a la producción científica, educativa y cultural.



Figura 4. Componentes para la calidad de la educación superior, recuperado de González, 2004, pág.18)

### Propuesta metodológica

El instrumento rediseñado se conforma de cinco categorías principales, estas son propuesta curricular, diseño didáctico-tecnopedagógico, docente, rol del estudiante. Cada una de las categorías responde algunos lineamientos generales, que se emplean para evaluar en lo que corresponde al nivel 1; este nivel lo que valora es el nivel de satisfacción del estudiante en relación a la experiencia educativa en la cual participo, por

lo tanto la propuesta del rediseño está en función de valorar la calidad de la oferta educativa en línea, en este caso se trabajó en el rediseño de un instrumento para la evaluación del curso que se imparte actualmente en la Facultad de Derecho.

Las categorías se definieron de cuerdo al análisis de datos cualitativos principalmente de dos fuentes de información, la primera se obtiene de la revisión de dos instrumentos de evaluación para una oferta educativa a distancia, y una segunda fuente fue a partir del análisis de las entrevistas con expertos en esta modalidad de enseñanza-aprendizaje.

El instrumento consta de 44 ITEMS en total, de los cuales se distribuyen en 20 subcategorías (Figura 5); su medición será a través de una escala Likert, únicamente considerando 4 nivel de evaluación (Nunca, pocas veces, casi siempre y siempre), esta escala nos permitirá ser más objetivos en cuanto a las respuestas de los alumnos en función de su experiencia formativa.

El rediseño del instrumento se integra principalmente de componentes cualitativos, esto nos permite indagar y comprender a profundidad las áreas de oportunidad que pueda tener la oferta educativa a evaluar; sin embargó es importante mencionar que solo este instrumento evalúa únicamente un nivel, por lo que es dispensable diseñar un instrumento para cada nivel de los propuestos anteriormente, y función de las características de cada oferta educativa.

Categoría	Subcategoría	ITEMS
Propuesta curricular	Experto responsable del diseño	4
	Modelo pedagógico-didáctico	
	Propósito del curso	
Diseño didáctico-tecnopedagógico	Actividades	16
	Metodología	
	Instrumentos de evaluación	
	Interactividad	
	Contenido	
	Recursos multimedia	
Docente	Habilidades de interacción y comunicación en entornos virtuales	11
	Mediación en los entornos de enseñanza y aprendizaje	
	Dominio del tema	
	Dominio tecnológico	
Rol del estudiante	Aprendizaje	3
	Estrategias	
Plataforma	Usabilidad	10
	Disponibilidad	
	Interoperabilidad	
	Seguridad	
	Interfaz	
<b>Total</b>		<b>44</b>

Figura 5. Matriz de categorías del instrumento rediseñado, elaboración propia, 2019.



## Discusión y conclusiones

La introducción de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) en la educación ha llevado a la generación de procesos educativos en modalidades y sistemas de enseñanza mediados por tecnologías. Este fenómeno ha llevado a la necesidad de que docentes y estudiantes desarrollen competencias digitales para interactuar en ambientes virtuales de aprendizaje. El diseño instruccional es de especial importancia para la creación de ambientes de aprendizaje mediados por TIC, ya sea en modalidad presencial o mixta, y particularmente, en la modalidad virtual. En los resultados del presente estudio se identificó la importancia del rol del docente para la calidad de un curso en línea, por lo tanto, es importante hacer énfasis en la formación de los profesores en aspectos relacionados con el desarrollo de las competencias docente, así como la capacitación en las funciones de diseñador y facilitador en estos ambiente de aprendizaje.

Es importante contar con estrategias de evaluación adecuadas para valorar el nivel de aprendizaje en los participantes. En el caso de la evaluación de una oferta educativa en modalidad a distancia, es indispensable reconocer que en el nivel de evaluación sobre la calidad del curso, requiere atenderse los resultados de aprendizaje de los participantes (nivel de logro respecto de los objetivos de aprendizaje esperados) así como su opinión sobre el diseño e implementación del curso.

También se logró identificar algunas de las tendencias educativas en cuanto al diseño de las ofertas educativas, una de ellas es el hecho de que los procesos de enseñanza-aprendizaje son más dinámicos e interactivos en lo que compete a las nuevas generaciones, por lo que los recursos visuales y gráficos son una buena estrategia para contribuir a su aprendizaje.

También se recomienda atender a una adecuada temporalidad del programa educativo. Según los expertos mencionan que la deserción es muy frecuente en esta modalidad (virtual), debido a la falta de la figura docente y control presencial de

los procesos educativos; aunado a esta idea se argumenta que los jóvenes se encuentran inmersos en una cultura digital que no ha permitido educar en las competencias necesarias para que los jóvenes puedan aprovechar las TIC como herramientas innovadora para su aprendizaje, así como la interacción en espacios de aprendizaje alternativos a los modelos tradicionales.

En lo que corresponde al rediseño del instrumento presentado en el documento, nos referimos como una propuesta que considera algunos criterios generales y específicos, establecidos por algunos organismo internacionales de evaluación de una oferta educativa a distancia; así mismo aclarar que esta propuesta aún se encuentra en valoración por jueceo de algunos expertos en este campo disciplinar; por lo que la investigación se continuará, con el propósito de obtener mejores resultados en lo que compete al diseño de instrumentos de evaluación para una oferta educativa en modalidad a distancia.

## Agradecimientos

Hacemos un reconocimiento al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro por apoyar esta investigación, así como a la Universidad Autónoma de Querétaro; quien a través de la Dirección de Investigación y Posgrado promueve la investigación en estudiantes universitarios, durante su estancia en 21° Verano de la Ciencia- UAQ 2019

## Referencias bibliográficas

- IGREAD y CALED, (2015), el proceso de garantía de calidad para la educación en línea y a distancia OLC/CALED tarjeta de puntuación (SCCQAP), evaluación de programas de pregrado en línea, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Recuperado de <http://www.caled-ead.org/es/tarjeta-OLC-CALED>
- Durán, M.,(2014), diseño y validación de un instrumento de evaluación para la certificación de la competencia TIC del profesorado universitario. Universidad de Murcia, España. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/0040507873fc95db17ae3>
- González, I. (2004). Calidad en la Universidad evaluación e indicadores [Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=bDuGdMpO1>

[ZUC&pg=PA17&lpg=PA17&dq=dendaluce+1991%2Bc  
alidad+educativa&source=bl&ots=yg\\_8T4EV3n&sig=A  
CfU3U2T5M8dvMvXQg10fsqLkjrVfsAsVg&hl=es-  
419&sa=X&ved=2ahUKEwjo087X8v3jAhUHPq0KHf2E  
D2cQ6AEwAHoECACQAQ#v=onepage&q&f=false](https://www.uaq.mx/docs/graes/informatica/Sistema-Multimodal-de-educacion-UAQ.pdf)

Guzmán, T., Escudero, A., Ordaz, T., Chaparro, R., y García, T. (2016). Sistema Multimodal de Educación principios y lineamientos de la educación a distancia, abierta y mixta de la Universidad Autónoma de Querétaro. Dirección de Educación a Distancia e Innovación Educativa. Recuperado de

<https://www.uaq.mx/docs/graes/informatica/Sistema-Multimodal-de-educacion-UAQ.pdf>

Navarro, E., Jiménez, E., Rappopot, S. y Thoilliez, B. (2017). Fundamentos de la Investigación y la innovación educativa [Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1laAr4iXK>

[DZyhhoyKfMwtER\\_i8mpGDnII](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1laAr4iXK)

UAQ. (2017). Modelo Educativo Universitario. Dirección de Planeación de la Universidad Autónoma de Querétaro [Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de

<https://planeacion.uaq.mx/docs/meu/El-Modelo-Educativo-Universitario-MEU.pdf>

Sampieri, R., Collado, C. y Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación [Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de

[https://www.uca.ac.cr/wp-](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

[content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

Zarzar, C. (2009). 10 habilidades básicas para la docencia (Adobe Acrobat Reader]. Recuperado de

<https://caricaturahistorica.files.wordpress.com/2013/12/habilidades-basicas-para-la-docencia.pdf>

# Desarrollo de la Metodología Experimental para la Biosíntesis de Nanopartículas de Oro y Plata, y su Caracterización

Autor: Gómez Camacho Fernanda Ivonne estudiante de Ingeniería en Nanotecnología ivonnegmz15@gmail.com, Asesor: Nava Mendoza Rufino profesor investigador de la Facultad de Ingeniería rufino@uaq.mx

## Resumen

La obtención de nanopartículas de plata y oro se llevó a cabo mediante el uso de biosíntesis la cual nos permite disminuir los residuos tóxicos, el costo de reactivos y a mejorar las características de las nanopartículas. Para ello, se emplearon aceites esenciales de canela, limón y copaiba, así como extracto de hojas de *Ocimum Sanctum* (albahaca morada) ya que estas cuentan con biomoléculas con capacidad reductora y se emplean como precursores para la formación de nanopartículas de Ag y Au. El estudio se realizó bajo diferentes condiciones fisicoquímicas tales como pH y tiempo de reacción. Se obtuvieron cambios de coloración en las soluciones de las soluciones precursoras de  $\text{AuCl}_4$  y  $\text{AgNO}_3$  al adicionar las soluciones del extracto de albahaca y aceites esenciales, lo que indica la presencia de nanopartículas de Au y Ag. Para comprobar dichos resultados se realizó caracterización por UV-vis la cual nos indica la presencia de bandas características de las nano partículas de oro.

## Palabras clave:

Nanopartículas, biosíntesis, oro, plata, extractos naturales y aceites esenciales

## Abstract

The synthesis of silver and gold nanoparticles was carried out through the use of biosynthesis which allows us to reduce toxic waste, the cost of reagents and improve the characteristics of the nanoparticles; For this, cinnamon, lemon and copaiba essential oils were used as well as *Ocimum Sanctum* leaf extract (purple basil) since they have biomolecules with reducing capacity and are used as precursors for the formation of Ag and Au nanoparticles, the study It was performed under different physicochemical conditions such as pH and reaction time. Color changes were obtained in the  $\text{AuCl}_4$  and  $\text{AgNO}_3$  solutions by adding the basil extract and essential oils solutions indicating the presence of Au and Ag nanoparticles to verify these results, UV-vis characterization was performed which indicates the presence of characteristic peaks of gold nanoparticles.

## Keywords:

Nanoparticles, biosynthesis, gold, silver, natural extracts and essential oils

## Introducción

Los métodos convencionales para la síntesis de Nps metálicas generan residuos tóxicos. Sin embargo, actualmente este problema se resuelve con el uso de la biosíntesis, la cual se utiliza para la producción de nanopartículas, con el uso de biomoléculas con capacidad reductora (Margaret, Goldsmith, & F. Leary, 2009) que representa una alternativa presumiblemente no tóxica, amigable con el medio ambiente y que además su uso en algunas ocasiones iguala o sobrepasa las expectativas de las nanopartículas sintetizadas por métodos físicos y químicos, en cuanto a costo, características de las nanopartículas obtenidas y además de un incremento en la estabilidad de las Nps y una posible reducción en el tiempo de síntesis (Ledezma m.fl., 2014).

Las biomoléculas de estos materiales naturales en la síntesis de nanopartículas (NPs) permiten una mayor facilidad en el control de la forma, el tamaño y la distribución de las NPs producidas mediante la optimización de los métodos de síntesis, incluida la cantidad de precursores, la temperatura, el pH y la cantidad de factores reductores y estabilizadores.

En este sentido, el método de la biosíntesis ofrece una oportunidad muy interesante para el desarrollo de nanopartículas con propiedades superficiales que permitan su funcionalización con otras biomoléculas de interés médico con el objetivo de mejorar los tratamientos actuales y con ello la calidad de vida, creando adicionalmente sistemas amigables con el ambiente (Chen H., Yang W., Zhang Q., Wang Y., 2009).

En general, el mecanismo de bio-reducción de nanopartículas metálicas incluye tres fases principales. La fase de activación en la que se produce la reducción de iones metálicos y la nucleación de los átomos metálicos reducidos. La fase de crecimiento, referida a la coalescencia espontánea de las pequeñas nanopartículas adyacentes en partículas de mayor tamaño, acompañada por un aumento en la estabilidad termodinámica de las nanopartículas, o un proceso denominado maduración de Ostwald y la fase de terminación en la cual se da la forma final de la nanopartícula (Gouzhong, 2014)

Los estudios de las nanopartículas de plata han atraído la atención debido a que dependiendo del tamaño o forma presentan las propiedades diferenciadas. En la actualidad, se ha logrado aprovechar en distintas áreas industriales y comerciales como bactericidas, sensores o incluso en la industria textil, debido a las diferentes coloraciones que puede presentar la plata en función

de su forma y tamaño nanométrico. Algunas propiedades ópticas de las nanopartículas dependen en gran medida de tamaño, forma, composición, índices de refracción del metal, el medio circundante, la presencia de especies adsorbidas y la

distancia media entre nanopartículas vecinas (M. Martínez, Zuñiga G., & Sanchez L, 2013).

Las nanopartículas de oro exhiben excelentes propiedades físicas, químicas y biológicas, que son intrínsecas a su tamaño nanométrico. Destacan especialmente sus propiedades fototérmicas, por las que, al ser activadas en presencia de luz láser. Las AuNPs pueden ser producidas con distintos tamaños y formas y ser fácilmente funcionalizadas. Por todo ello, las AuNPs despiertan un gran interés en el campo de la biomedicina.

Las AuNPs presentan un extraordinario potencial como agentes fototerapéuticos en el tratamiento del cáncer, así como para la elaboración de nanoestructuras útiles para el transporte y la vectorización selectiva de fármacos y macromoléculas terapéuticas y en terapia génica (Jain, Huang, El-Sayed, H. & El-Sayed, 2008)

## Objetivos

- Desarrollar nanopartículas de plata y oro elaboradas con extracto de albahaca y aceites esenciales como agentes reductor y estabilizador.
- Estudiar los efectos de parámetros como el pH y el tiempo de reacción (1-4 h) en la síntesis de las nanopartículas.
- Caracterizar las muestras obtenidas mediante la técnica UV-vis.

## Metodología

El extracto de planta que se utiliza para la biosíntesis de las Nps de Ag y Au se preparó a partir de las hojas de *Ocimum sanctum* (albahaca morada), las cuales se deben lavar con agua del grifo y detergente, y posteriormente enjuagar con agua desionizada para eliminar todo el polvo y las partículas visibles no deseadas.

Luego las hojas se deben secar en el horno a 40°C para eliminar el agua de la superficie de las hojas. Una cantidad apropiada de hojas de *Ocimum sanctum* (albahaca morada) secas y finamente cortadas se hierven en 40 ml. agua desionizada

durante aproximadamente 10 minutos. El sobrenadante se debe filtrar utilizando el papel de filtro Whatman No. 1 para eliminar las partículas. El filtrado se almacena a una temperatura de 4–8 ° C.

Por otra parte, se preparó una solución 2 mM de nitrato de plata (Sigma-Aldrich, 99%), disolviendo la cantidad apropiada en 25 ml de agua desionizada y una solución 0.1 M de ácido cloro áurico adicionando una cantidad apropiada en 0.5 L de H<sub>2</sub>O desionizada.

Enseguida, un volumen adecuado de extracto de hoja de *Ocimum sanctum* se mezclará con 20 ml de una solución de 2 mM de AgNO<sub>3</sub>, se realiza el mismo procedimiento con la solución 0.1 M de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y se mantienen en agitación. Se estudiaron los efectos de diversos parámetros con el uso del extracto como el pH y el tiempo de reacción (1-4 h) en la síntesis de las nanopartículas para ello se utilizó una solución 0.1 N de NaOH y una solución 0.1 N de HCl, para ajustar el pH del extracto de hoja (Jain, 2017).

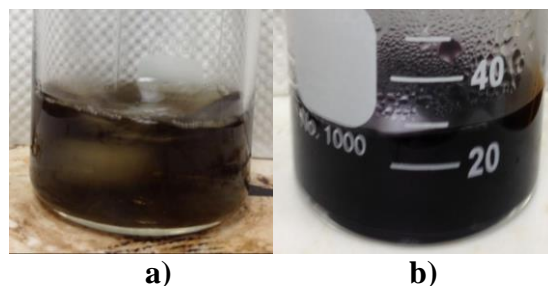
Se utilizaron aceites esenciales de canela, limón y copaiba obtenidos de manera comercial los cuales se prepararon en solución de la siguiente manera. La solución de aceite de canela se preparó adicionando 50 ml de H<sub>2</sub>O desionizada, 2 ml hidróxido de tetrametilamonio, 10 ml de alcohol etílico y una cantidad apropiada de gotas de aceite de canela. En el caso del aceite de limón se preparó una solución con 25 ml de alcohol etílico, 25 ml de H<sub>2</sub>O desionizada y una cantidad apropiada de aceite de limón, en el caso del aceite de copaiba se prepararon 2 soluciones; una con 25 ml de alcohol etílico, 25 ml de agua desionizada y un número apropiado de gotas de aceite de copaiba (se presentó una coloración lechosa) y la segunda solución se realizó con 50 ml de H<sub>2</sub>O desionizada y un número apropiado de gotas de aceite de copaiba.

## Resultados

### Nanopartículas de oro

- **Aceite de canela**

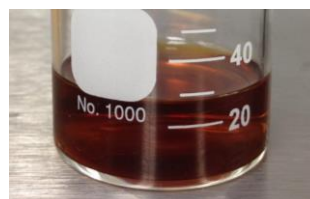
Al realizar la síntesis de nanopartículas de oro con aceite de canela el tiempo de reacción fue de 50 min. Observándose un cambio de coloración oscuro a los 30 min. Y a los 42 min. Un color morado oscuro indicando la presencia de Nps Au.



**Figura 1.** Cambio de coloración con aceite de canela a) 30 min. de reacción y b) 42 min. de reacción

- **Extracto de albahaca**

El extracto de albahaca presentó pHs de 6.1-6.7 según los días de almacenamiento ya que con el paso del tiempo el pH se incrementaba.



**Figura 2.** Coloración del extracto de albahaca

### Síntesis a temperatura ambiente

Se realizó una síntesis de Nps de Au con extracto de albahaca con un pH de 6.1 en la cual a los 34 min. de reacción se presentó un cambio de coloración ligeramente claro y a los 42 min. de reacción se tornó morado oscuro como se observa a continuación.



**Figura 3.** Coloración con extracto de albahaca que indica la formación de NPs Au

### Síntesis de Nps de Au con variación del pH

Para la síntesis de Nps, el extracto de albahaca se llevó a pHs de 3, 5, 7, 9 y 11, el tiempo de reacción de cada solución fue de 42 min. a excepción de la de pH 3 ya que al tratarse de un pH muy ácido se requirió de 1:30 hrs. de reacción.

Todas las soluciones presentaron cambio de coloración después de coloración ligera entre los 10 y 20 minutos, después de los 30 minutos todas las soluciones a excepción de la de pH3 se tornan café intenso.

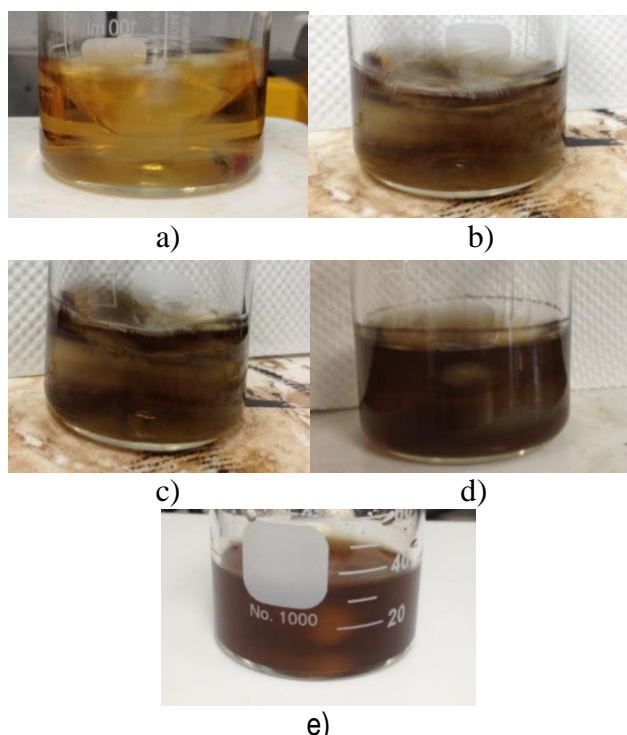


Figura 4. Coloración a pH a) 3, b) 5, c) 7, d) 9 y e) 11

### Síntesis con variación de pH y tiempo de reacción

La síntesis se realizó a los pHs antes mencionados y con variación en el tiempo de reacción de 1, 2, 3 y 4 hrs. Las soluciones se tornaron ligeramente más intensas que el color de origen en la primera hora, sin embargo, con el paso del tiempo estas se tornaron cada vez más oscuras hasta adquirir una tonalidad café o totalmente oscura como se muestra a continuación.

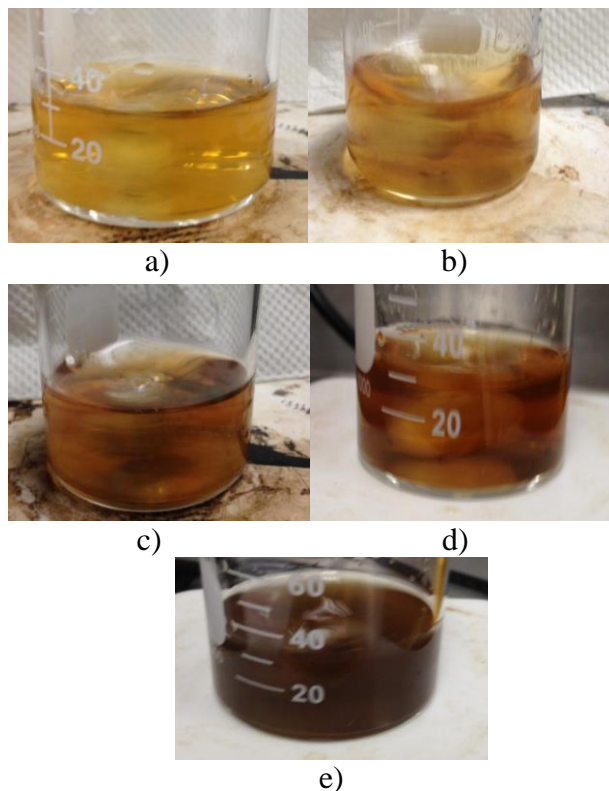


Figura 5. Coloración de la solución a) tiempo 0, b) 1 hr, c) 2hrs, d) 3hrs. y e) 5 hrs.

#### • Aceite de limón

Se observó un cambio de coloración morado claro tras añadir 2 ml más de la solución de limón después de 1 hr. de reacción como se observa en la siguiente figura.



Figura 6. Coloración de Nps de Au con aceite de limón

#### Nano partículas de plata

##### • Aceite de canela

La solución de  $\text{AgNO}_3$  al contacto con la solución de aceite de canela presentó una coloración café turbulenta como se muestra a continuación.



Figura 7. Coloración de Nps de Ag con aceite de canela



Figura 9. Coloración de solución  $\text{AgNO}_3$  con aceite de limón

- **Extracto de albahaca**

### Síntesis con variación de pH

La variación de los pHs para la síntesis de Nps de Ag fue de 3, 5, 7, 9 y 11 con un tiempo de reacción de 2 hrs. en la cual se observó cambio de coloración de amarillo pálido a café-rojiza muy intensa como se muestra a continuación.

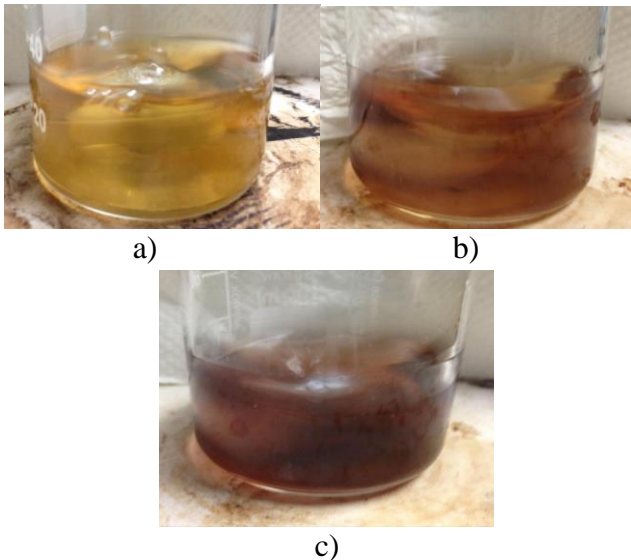


Figura 8. Coloración con pH a) 3, b) 9 y c) 11

- **Aceite de limón**

Después de 24 hrs. de reacción de la solución de  $\text{AgNO}_3$  con el aceite de limón no se obtuvo ningún cambio de coloración como se observa en la siguiente figura, a pesar de que la cantidad de aceite añadida fue mayor que los estándares de las soluciones con los extractos y aceites usados.

### Caracterización con UV-vis

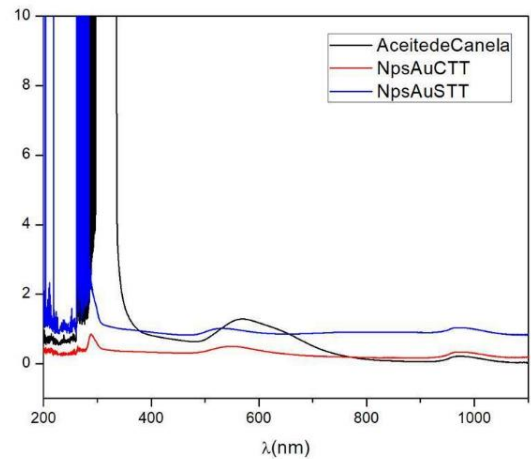
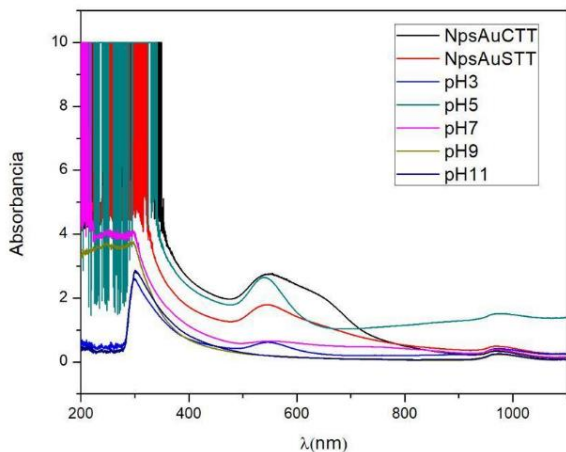


Figura 10. Caracterización por UV- vis con y sin tratamiento térmico

Mediante la técnica de caracterización por UV-vis se obtuvieron los espectros de la Figura 10 en la cual se observa un pico entre 150-400 nm que proviene del aceite de canela y uno entre 500-650 nm característico de las nano partículas de plata que indica el plasmón de resonancia superficial, como se puede observar estos presentan variaciones, la línea de color negro representa la solución de aceite de canela para su uso como referencia en los resultados, la línea roja indica las Nps de Oro sintetizadas con aceite de canela con tratamiento térmico a  $60^\circ$  y la línea azul las nanopartículas sin tratamiento térmico presentando estas un mejor resultado en cuanto a la intensidad del plasmón.



**Figura 11.** Caracterización por UV-vis a diferentes pHs

Los resultados de UV-vis para las nanopartículas de oro a diferentes pHs se muestra en la Figura 11, en este caso el plasmón superficial mostrado con picos entre 300-550 es de buena intensidad, presentando mejores resultados para pH 5 (línea verde), pH 11 (línea azul) y las Nps Au sin tratamiento térmico (línea roja).

## Discusión y conclusiones

Con base a los resultados se pudo observar que el extracto de albahaca presenta grandes propiedades reductoras de partículas metálicas, lo cual se observó al momento con el cambio de coloración de las muestras y se comprobó con las caracterizaciones de UV-vis para las Nps de oro, en el caso de las Nps de plata la capacidad reductora del extracto fue buena sin embargo los tiempos de reacción se duplicaron. El aceite de canela presentó buen poder reductor ya que el cambio de coloración fue claro y con tiempos de reacción bajos, por otra parte, el aceite de limón solo logró reducir Nps de oro con un tiempo de reacción de 24 hrs. y el aceite de copaiba logró reducir ambos tipos de Nps sin embargo a comparación de los anteriores el tiempo de reacción fue de 24 hrs.

## Agradecimientos

Gracias a la Universidad Autónoma de Querétaro y a todos los organizadores por realizar programas como el “Verano de la ciencia” el cual nos permite como estudiantes de licenciatura

acercarnos de manera práctica a proyectos de nuestro interés. De igual manera agradecer al Dr. Rufino Nava Mendoza por su tiempo, dedicación y apoyo que brindó en todo momento para la realización de este proyecto.

## Referencias Bibliográficas

Chen H., Yang W., Zhang Q., Wang Y., and Controlled Release of dual drugs from emulsion electrospun nanofibrous mats. 73, 75 (2009).

Gouzhong Cao; “Nanostructures and Nanomaterials, Synthesis, properties and application’s” Imperia college Press (2014).

Jain, P.K., Huang, X., El-Sayed, I.H. & El-Sayed, M.A. (2008) Noble metals on the nanoscale: optical and photothermal properties and some applications in imaging, sensing, biology and medicine. *Accounts of Chemical Research*. 41 (12): 1578-1586.

Ledezma A., R. J. (2014). Síntesis biomimética de nanopartículas de plata utilizando extracto acuoso de nopal (*Opuntia sp.*) y su electrohilado polimérico. *Superficies y Vacío*, 133-140.

Margaret M. Seale-Goldsmith and James F. Leary. 2009. “Nanobiosystems”. *Nanomedicine and Nanobiotechnology*. Vol. 1, pp 553-567.

Martínez M., Zuñiga F., G., E., & Sanchez L, A. K. (2013). Método de síntesis de nanopartículas de plata adaptable a laboratorios de docencia relacionado con la nanotecnología. *Mundo Nano*, Vol. 6, 101-102.



# Formación para la Integración de TIC en profesores universitarios

Tzi-tzijani Michelle Gómez Flores, Universidad Autónoma de Querétaro.  
tzitzigf@mail.

Anahi Isabel Arellano Vega, Universidad Autónoma de Querétaro.  
anahi.isabel.arellano@uaq.mx

## Resumen

La presente investigación es un estudio de caso realizado en la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), el objetivo fue analizar la oferta de formación continua para el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de la que han participado profesores de dicha Facultad, así como la aplicación de lo aprendido en su práctica educativa. Para la obtención de resultados se realizaron tres indagaciones para identificar de qué cursos han participado los profesores y la aplicación de lo aprendido. La primera indagación fue a través de una encuesta a la Dirección de Desarrollo Académico (DDA) de la UAQ. La segunda consistió en una entrevista semiestructurada a profesores que han impartido cursos relacionados con TIC. La tercera fue una encuesta aplicada a los profesores participantes de dichos cursos a través de un Formulario de Google. Los resultados indican que los cursos que se ofertan se dividen en dos tipos: a) enfoque didáctico y b) enfoque instrumental para el manejo de TIC. Los profesores participan en los cursos para mejorar su práctica docente y los aprendizajes adquiridos se ven mayormente reflejados en el uso de medios para la creación de recursos y actividades así como el conocer nuevas herramientas TIC disponibles en la web. Se concluye que existe una necesidad de orientar la formación en TIC para la transformación de la práctica educativa, con el fin de impulsar la innovación en todas las funciones sustantivas del profesorado (docencia, investigación y extensión). **Palabras clave:** Formación continua, práctica docente, aprendizajes, aplicación, recursos.

## Abstrac

The present research is a case study due in the Law School of the Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), the objective was to analyze the offer of continues formation of the use of Information and Communications Technology (ICT), as well as the application of this knowledge in the educational practice. To obtain the results, three enquires were made to identify the courses where the teachers had participated, and the application of what they learned. The first enquire was through a survey applied to the Dirección de Desarrollo Académico (DDA) of the university. The second a semi-structured survey applied to the teachers that had given a course related to the ICT. The third was a survey created in Google Forms, which was applied to the teachers that participated in the courses. The results present that the courses are divided into two types: a) Didactic approach and b) the instrumental management of the ICT approach. The teachers participate in courses to improve their educational practice and the learnings acquire are mainly reflected in the use of the media to create resources and activities, as well as to know new ICT tools available in the web. As conclusion, there is an extended need to guide the formation of the ICT to transform the educational practice, with the purpose to impulse innovation in all the sustentive functions of the faculty (teaching, research and extensions).

**Keywords:** Continuing education, teaching practice, learning, application, resources.

## Introducción

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), entendidas como “herramientas que las personas usan para compartir, distribuir y reunir información, y comunicarse entre sí, o en grupos, por medio de las computadoras o las redes de computadoras interconectadas” (Fernández citado en Cobo, 2009:305), han mostrado un desarrollo notable en los últimos años, por lo que se tienen a la mano muchos recursos que apoyan en la vida del ser humano, de igual manera, se ha sacado provecho para ser utilizados en el ámbito educativo; algunas de las aplicaciones que se pueden hacer

de las TIC en la enseñanza son las siguientes: actividades virtuales, uso de plataformas, presentaciones, videos educativos, pizarrones digitales interactivos, redes sociales, videollamadas, entre otros.

Al existir estas posibilidades, cada vez es más común que se pida a los profesores que las incorporen a su práctica educativa, considerando esto, un tipo de innovación educativa debido a que según Rimari (s/f) es un conjunto de ideas, procesos y estrategias que provocan cambios en actitudes, concepciones, métodos, con la finalidad de mejorar o transformar las prácticas educativas actuales; sin embargo, incorporarlas no resulta una tarea sencilla ya que “las TIC han penetrado solo de modo superficial en la docencia universitaria y [...], cuando están presentes, lo hacen de la mano de modelos pedagógicos tradicionales y poco innovadores” (Díaz-Barriga y Torres, citado en Zempoalteca, Barragán, González, y Guzmán: 2017:83), en ocasiones eso es provocado porque se desconoce su funcionamiento o no se tienen estrategias didácticas para saber aplicarlas y causar aprendizajes significativos en los estudiantes, por lo que es necesario formarlos en competencias digitales para que hagan un uso adecuado de ellas, las cuales se definen como

el uso seguro y crítico de las tecnologías de la sociedad de la información (TSI) para el trabajo, el ocio y la comunicación. Se sustenta en las competencias básicas en materia de TIC: el uso de ordenadores para obtener, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y comunicarse y participar en redes de colaboración a través de Internet (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2006, pp. 394/15).

La formación docente es una de las principales líneas de acción para que el profesor que no cuenta con competencias digitales pueda emplear este tipo de innovación, por lo tanto, es importante plantear procesos metodológicos-didácticos adecuados, estos planteamientos se generan a partir del conocer cuáles son los usos actuales que los profesores les dan a las TIC en su práctica educativa así como las experiencias formativas sobre TIC de las cuales han participado.

La actividad de formación docente existe en distintas instituciones de educación superior que ofertan diferentes talleres o cursos para que el profesor se actualice tanto en conocimientos como en habilidades, además de que puede ser en modalidad presencial, mixta o virtual. En algunas ocasiones ofertar talleres en modalidad virtual da beneficios a los profesores que no cuentan con el tiempo necesario para acudir a capacitaciones, de esta manera pueden organizar sus actividades diarias y tomar el curso.

La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), en su sistema de planeación (Plan de Gran Visión 2015-2045, Plan Institucional de Desarrollo 2015-2018, Modelo educativo universitario) señala la importancia de la formación docente para la integración de las TIC en su práctica educativa así como de la apertura de oferta académica en modalidad a distancia. Asimismo, ha puesto en marcha varias ofertas de formación a docentes sobre el uso de diversas TIC.

La presente investigación es un estudio de caso en donde se analiza la formación continua del profesorado de la Facultad de Derecho que ha tomado cursos en relación a las TIC y el uso de la plataforma Moodle, la finalidad es analizar de qué cursos sobre TIC han participado los docentes y cómo aplican lo aprendido en su práctica educativa. A partir de los resultados se plantea diseñar nuevas propuestas educativas de formación continua para mejorar el empleo de TIC, esto de acuerdo a lo que establece el Modelo Educativo Universitario (MEU) sobre el apartado de Innovación Educativa donde menciona que

las TIC tienen el propósito de apoyar el desarrollo de las experiencias educativas para que los estudiantes logren un mejor aprendizaje y más significativo. Por eso, es de suma importancia considerar tanto los recursos tecnológicos con que cuenta la universidad, tales como los repositorios digitales, las bases de datos electrónicas, las plataformas de aprendizaje, los centros de cómputo, los tecno-centros de aprendizaje de lenguas y los simuladores digitales, como la tecnología presente en las aulas, el uso de laboratorios y otras herramientas y recursos digitales especializados. (UAQ, s/f:12).

Por lo tanto, es necesario que el profesor esté preparado en el uso de TIC para trabajar con los recursos tecnológicos con los que cuenta la

institución y así, propiciar un aprendizaje significativo en sus alumnos con apoyo de innovaciones tecnológicas.

## **Objetivo General**

Analizar la oferta de formación continua para el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación de la que han participado profesores de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma Querétaro, así como la aplicación de lo aprendido en su práctica educativa.

## **Objetivos específicos**

- Identificar de qué propuestas de formación continua han participado profesores de la Facultad de Derecho en relación con el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en su práctica educativa.
- Analizar cómo los profesores han aplicado en su práctica educativa lo aprendido en las ofertas de formación continua sobre Tecnologías de la Información y la Comunicación de las que han participado.

## **Metodología**

Se llevó a cabo un estudio de caso (Stake, 1998), que trata sobre investigar acerca de una particularidad y complejidad, la finalidad es llegar a hacer aportaciones que permitan la comprensión del objeto estudiado en circunstancias específicas, su fundamento está en un paradigma interpretativo y se asume que los resultados son particulares para el caso que se estudia. Las preguntas de investigación fueron ¿De qué propuestas de formación continua en cuanto al uso de tecnologías han participado profesores de la Facultad de Derecho? y ¿cómo han aplicado lo aprendido en su práctica educativa?

## **Procedimiento**

Se llevaron a cabo dos indagaciones para identificar de qué cursos han participado los profesores. La primera fue la aplicación de una encuesta a la Dirección de Desarrollo Académico (DDA) de la UAQ, la cual fue respondida por

personal de la Coordinación de Orientación Psicopedagógica, Evaluación y Formación Docente. Los resultados obtenidos permitieron identificar qué cursos se han ofrecido en el periodo 2016-1 a 2019-1 sobre TIC, las motivaciones que identificaron en los profesores participantes y un mecanismo para evaluar al instructor.

La segunda indagación consistió en la realización de una entrevista semiestructurada a profesores que han sido instructores de cursos sobre TIC y educación. Se invitó a participar a tres docentes, de los cuales sólo uno de ellos respondió. Los resultados obtenidos se analizaron integrando una matriz de ejes abordados por el participante durante la entrevista.

Posterior a este proceso, se hizo una tercera indagación para conocer de qué manera los profesores participantes han aplicado lo aprendido en su práctica educativa. Esto se llevó a cabo a través de una encuesta aplicada a través de un Formulario de Google, el cual fue enviado a 16 docentes a través de la Coordinación de Informatización de la Facultad de Derecho teniendo como asunto: seguimiento de egresados. En total se recibieron 11 respuestas. Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva.

Para el análisis de los datos se estableció una nomenclatura; en la entrevista al profesor instructor se asignó EI, y para cada encuesta a participante de los cursos la nomenclatura fue EP1, EP2, EP3 y así sucesivamente.

## **Resultados**

### **1. Oferta académica sobre TIC de la que han participado profesores**

Según datos reportados por la DDA en el periodo 2016-2019, dentro de la oferta de formación continua dirigida a los profesores de la UAQ, se ofrecieron 11 cursos sobre TIC y educación, los cuales se organizan en dos líneas temáticas: a) Los relacionados con la parte didáctica – pedagógica, b) el usos de plataformas (ver tabla 1). Los cursos fueron clasificados de acuerdo con los componentes señalados en su denominación.

Se clasificaron 7 cursos con enfoque didáctico, orientados a la revisión de estrategias de enseñanza con TIC y 4 con enfoque para el manejo instrumental de TIC. Los responsables de impartir dichos cursos fueron Expertos en las temáticas (docentes de la UAQ y otros docentes contratados cuando se cuenta con recursos federales del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional [PIFI] y del Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa [PFCE], entre otros).

Se obtuvo un total de 11 respuestas al cuestionario enviado a los profesores de la facultad.

La antigüedad de los profesores se encuentra entre 1 año y 25 años, la mayoría de los profesores tiene entre 1 y 10 años laborando en la universidad (ver fig. 1).

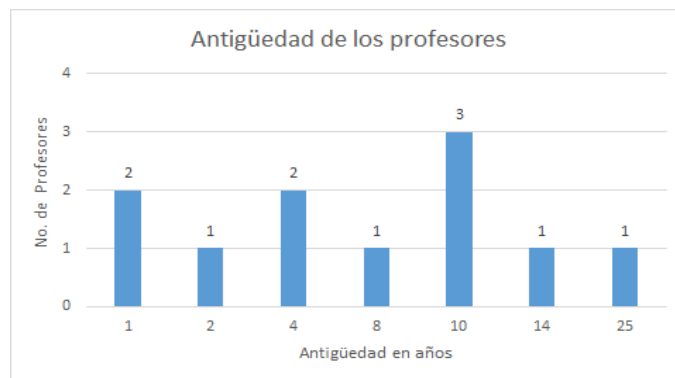


Figura 1. Antigüedad de los profesores

El tipo de contratación del profesorado que toma el curso en su mayoría es por honorarios y de tiempo libre, cada uno con 5; solo 1 docente es tiempo completo (ver fig. 2).

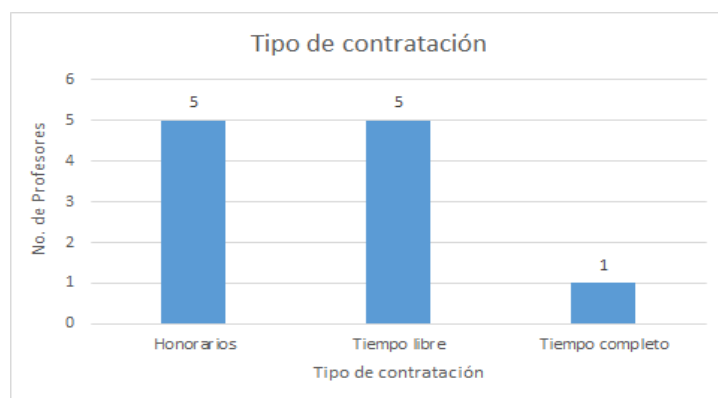


Figura 2. Tipo de contratación

De los docentes participantes del estudio, donde más imparten clases es en el campus Centro Universitario, su número es de 5, seguido por San Juan del Río con 3 y Amealco con la misma cantidad, luego campus Aeropuerto y Cadereyta con 2 cada uno y finalmente campus Jalpan con 1, cabe mencionar que de los 11 profesores 3 dan clases en más de un campus (ver fig. 3).

Tabla 1. Cursos

- Cursos con enfoque didáctico
1. Elaboración de materiales didácticos
  2. Uso de Aula Extendida como Estrategia
  3. Formación Docente en Contextos Virtuales: B-learning en Educación de Blended Learning
  4. Uso Didáctico de las Herramientas Digitales para la Educación
  5. Elaboración de Material Didáctico Mediante la Aplicación KAH.
  6. Implementación del Aprendizaje y Manejo de MOODLE con Herramientas
  7. Entornos Virtuales de Aprendizaje

- Curso con enfoque instrumental para el uso de plataformas y otras herramientas
1. El Uso del Moodle
  2. Uso del campus virtual
  3. Habilidades Digitales Básicas para Docentes de Educación Superior
  4. Redes de Energía Convencionales, Smart Grids y Microgrids. Technology - Enhanced Learning (TEL)

De acuerdo con el profesor entrevistado, la Facultad de Derecho ofertó 3 cursos sobre TIC y educación en el periodo 2016-2019. La modalidad de estos cursos fue presencial con tareas virtuales, el enfoque de formación tiene que ver con un manejo instrumental de los Programa de Office y el uso del Campus Virtual (Plataforma Moddle).

## 2. Resultados de la participación de los profesores en cursos sobre TIC

### 2.1 Caracterización de los participantes

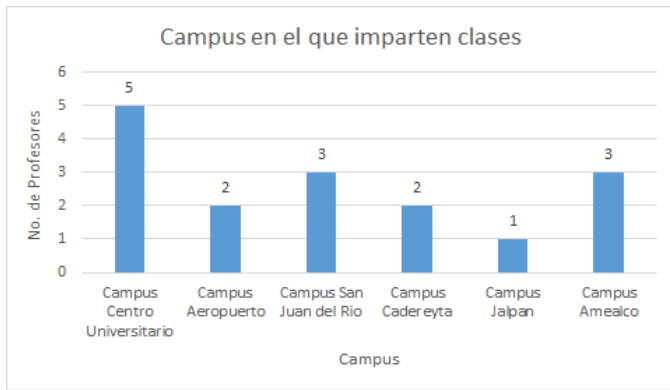


Figura 3. Campus en el que imparten clases

Los profesores mencionan que han participado en cursos de TIC, sin embargo, 5 señalan que han tomado uno y 6 han tomado 2. Los temas de los cursos que mencionaron fueron: Habilidades digitales básicas para docentes de educación superior en ciencias jurídicas y afines; Modelo Educativo Universitario y Competencia Docente: Una Mirada a la Calidad Educativa; Herramientas digitales, Manejo del campus virtual y TIC aplicadas a la educación (ver fig.4).

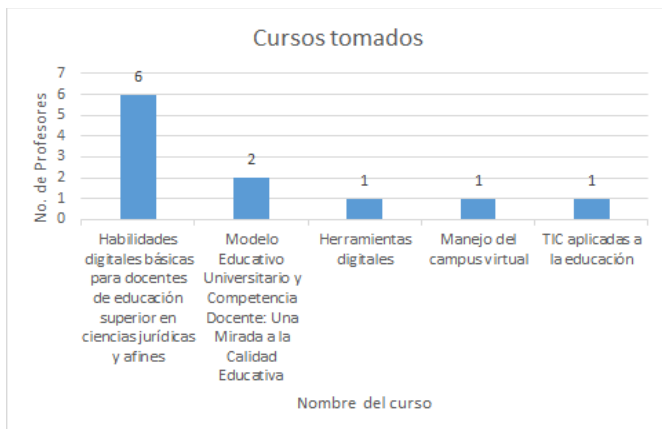


Figura 4. Cursos tomados

Las modalidades en las que los han tomado han sido a distancia con 8 menciones, presencial con 1 mención y mixta con 4 menciones, además es importante mencionar que 2 profesores dijeron que tomaron cursos en modalidad mixta y a distancia (ver fig.5).

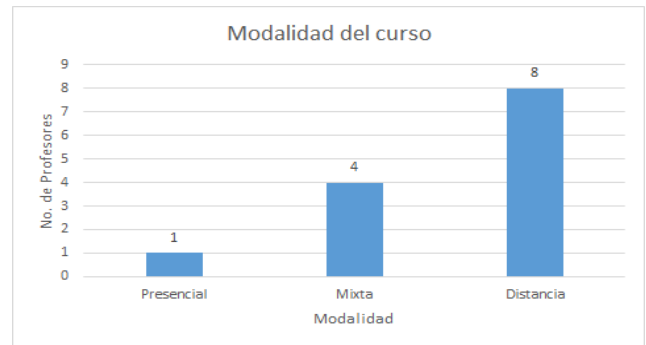


Figura 5. Modalidad de curso

## 2.2 Motivación

De acuerdo con los datos obtenidos en la DDA, lo ideal es que los profesores tomen cursos con la finalidad de mejorar la práctica docente, pero además se ofrecen puntos y pueden participar en convocatorias.

Por parte del docente entrevistado que imparte cursos, señala que existen tres: a) obtención de constancias, b) obtención de puntos para la categorización y, c) obtención de otros estímulos.

Sin embargo, los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los docentes participantes de los cursos, indican razones distintas a las relativas de obtención de estímulos, entre las que destacan por ejemplo: atender necesidades de actualización, complementar la formación docente, aprender uso de TIC para las clases, tener una mejor preparación, interés, entre otras. Dichas respuestas se categorizaron en: a) Mejorar la práctica docente, b) Cubrir necesidad de actualización disciplinar y c) Interés personal (ver fig. 6).

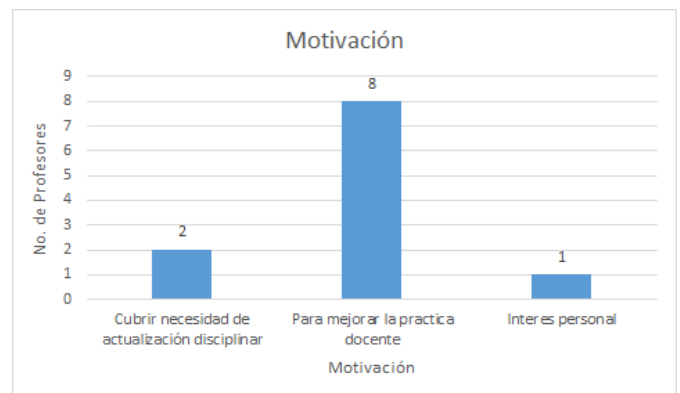


Figura 6. Motivación

## 2.3 Aprendizaje adquirido

En cuanto al aprendizaje adquirido, los profesores encuestados respondieron que los conocimientos y habilidades son el conocimiento y uso de herramientas y aplicaciones, el empleo del campus virtual, manejo de TIC, la creación de recursos, etc. Las respuesta se categorizaron en: a) Manejo de Campus Virtual, b) Uso instrumental de TIC c) Uso de medios para crear materiales y recursos educativos y, c) Conocimiento de herramientas disponibles en la web. (ver fig.7).

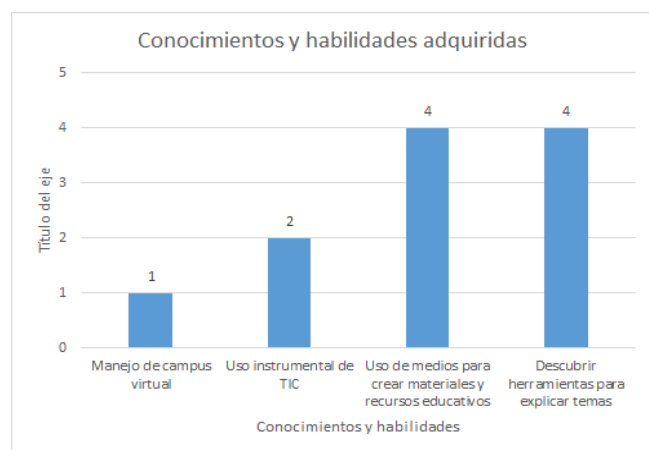


Figura 7. Conocimientos y habilidades adquiridas

## 2.4 Transferencia del aprendizaje o como se aplica lo aprendido

Con respecto a la transferencia del aprendizaje, los profesores que han participado en los cursos, indican que aplican los conocimientos adquiridos en utilizar recursos para la mejora de su clases, crean mapas, presentaciones, infografías; comparten información que encuentran con sus alumnos; hacen actividades virtuales como crucigramas o cuestionarios; incluso se han atrevido a utilizar programas de internet para interactuar con sus alumnos. Las respuestas se categorizaron en: a) Creación de recursos, b) Compartir información, c) Orientación virtual y, d) Apoyo para hacer la clase más interactiva (ver fig.8).

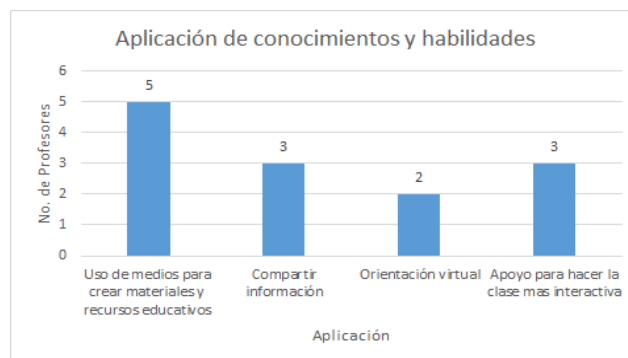


Figura 8. Aplicación de conocimientos y habilidades

En cuanto a la aplicación de lo aprendido en su labor de profesor universitario (docencia, investigación, extensión), los docentes señalan que estos cursos ayudaron a encontrar nuevos métodos para la clase y a dinamizarla, que se lograron captar la atención de los alumnos y que las materias son bien evaluadas por ellos, además de que se logró el intercambio de ideas con otros profesores y desarrollaron habilidades en TIC. Sin embargo no se hicieron referencias a las tareas de investigación y extensión, por lo que se sugiere que el enfoque de la oferta deba ampliarse para que los docentes utilicen TIC en estas funciones y no solo en el aula. Las respuestas obtenidas se categorizaron en: a) Apoyo en la práctica docente, b) Manejo de TIC, c) Atención de los alumnos y d) Intercambio de ideas con otros profesores (ver fig.9).

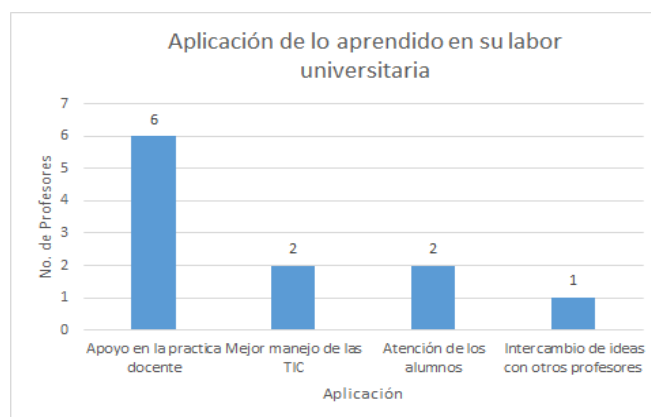


Figura 9. Impacto de los cursos en la labor universitaria

Se les pidió a los participantes que relataran alguna experiencia significativa que tuvieran gracias al curso, en estas mencionaron que utilizaron mapas mentales, infografías y otras herramientas para explicar temas, además encontraron dificultades al momento de emplearlas, cabe destacar que no todos los docentes respondieron. Las categorías fueron a)

Utilizar recursos para los temas, b) Dificultad al comenzar a utilizar TIC, c) Interés de los alumnos y d) Conocer otros profesores (ver fig.10).

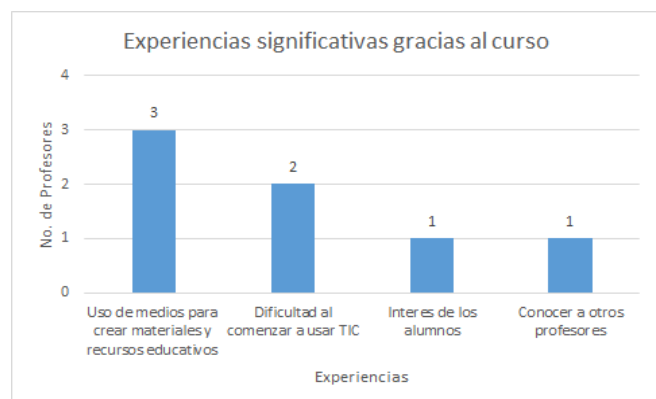


Figura 10. Experiencias significativas gracias al curso.

Por otra parte, se les preguntó a los profesores si han dado cursos relacionados con TIC, la mayoría respondió que no, pero si les gustaría darlos aunque relatan que no cuentan con la preparación suficiente y deben seguir formándose (ver fig.11).

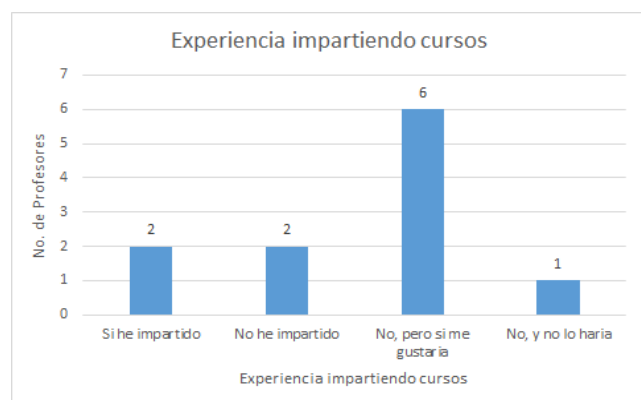


Figura 11. Experiencia impartiendo cursos

## 2.5 Limitaciones para la transferencia

Según los datos obtenidos en la entrevista con el docente que ha sido instructor sobre cursos de TIC, comenta que las limitaciones tienen que ver con que existe una falta de acompañamiento después de que el docente toma el curso, pues al utilizar la plataforma virtual no hay alguien que le explique cuando le surjan las dudas, “ahora de los que terminan el curso y luego no lo aplican, yo creo que es la falta de acompañamiento no hay quienes resuelva de manera inmediata las dudas” (E1).

## 2.6 Propuestas de mejora para la formación continua en TIC

Las propuestas que los docentes dieron para mejorar los cursos fueron variadas, se categorizaron en: a) Difusión, b) Impulsar cursos en línea, c) Poner en práctica lo aprendido, d) Tener más capacitaciones, e) Ser obligatorio y, f) Mejorar las instalaciones para el uso de TIC (ver fig. 12).

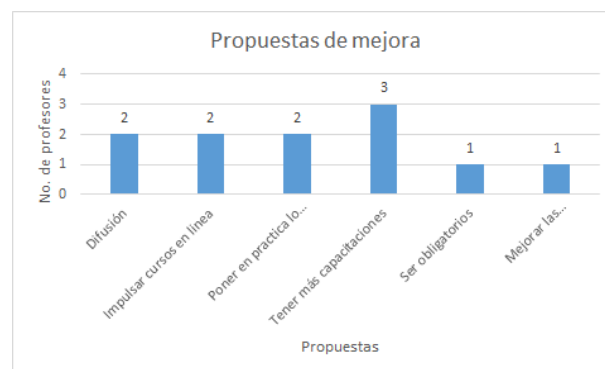


Figura 12. Propuestas de mejora

Por último, todos los docente encuestados respondieron que sí les interesa seguir formándose en TIC, algunas de las respuestas fueron “Sí porque hay que actualizarnos” (EP2), “Si, me resulta interesante el tema y útil adquirir conocimientos nuevos” (EP8), “Sí para aumentar los conocimientos en esa área que ya comenzamos a utilizar” (EP10), “si, por que a mi criterio, el futuro de la docencia irá de la mano con las innovaciones tecnológicas” (EP11).

## Discusión y conclusiones

Guzmán, García, Chaparro, y Espuny (2012), realizaron un estudio de caso sobre formación docente en la Facultad de Ingeniería de la UAQ en el que definieron los motivos por los cuales un gran número de profesores no integran herramientas web 2.0 en sus cursos. Encontraron que los profesores consideran útiles las TIC en su práctica docente y que mejoran el aprendizaje autónomo y colaborativo. Sin embargo, el acceso a los recursos tecnológicos en el aula es insuficiente, además, se considera que los profesores son capaces de utilizar diferentes formatos de archivos pero existen deficiencias en el uso de algunas de las herramientas TIC, como los buscadores y metabuscadores y el trabajo colaborativo en entornos diseñados para este fin.

A partir de lo anterior, se observa que existe una necesidad de formar a los profesores de las

distintas facultades de la UAQ en TIC, ya que se mejora la práctica docente al incorporar nuevas estrategias innovadoras que incluyan distintas actividades a las que se hacen comúnmente.

En otra investigación de Nolasco (2019), los profesores comentan que es necesario que su institución fomente estrategias que los motiven a apropiarse de las TIC, permitiendo así un intercambio de experiencias entre ellos. Se menciona también que los profesores conocen herramientas de TIC a partir del interés personal y de cursos de capacitación, por lo tanto, existe interés por parte de los docentes para emplear tecnologías que apoyen en los procesos educativos.

Relacionando la investigación con el presente trabajo, la institución educativa a la que pertenecen los profesores, debe ofertar más programas de capacitación en TIC con enfoque didáctico pedagógico. En el apartado de Propuestas de mejora para la formación continua en TIC, los docentes indican que es fundamental implementar más cursos donde se pongan en práctica los aprendizajes adquiridos, sino los conocimientos no serían significativos. Otra idea en la que concuerdan estas investigaciones es que al trabajar con TIC se permite el intercambio de ideas con otros profesores sobre la metodología de trabajo que se utiliza.

Por su parte, López y Chávez (2013), en su investigación muestran que sólo 31.3% (de una muestra total de 177 profesores) se capacitan de manera continua en el manejo básico de la computadora, de igual manera se refleja una baja formación en la aplicación de herramientas TIC y un 18.8% de formación en competencias docentes para la incorporación de la tecnología como apoyo didáctico. Sin embargo, los docentes mencionan que es su responsabilidad formarse en TIC, y que es conveniente actualizarse porque apoya en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, así pues, se tiene una buena voluntad para capacitarse, pero no se lleva a cabo. Una de las razones que señalan del por qué no se realiza es que “debe existir mayor apoyo por parte de las autoridades para poder asistir a los procesos de formación y capacitación docente en TIC cuando se les convoca. Necesitan de más tiempo y

estímulos que los impulsen en su formación” (Nolasco 2019:16).

La UAQ, brinda a sus profesores incentivos al participar en cursos como son las constancias o puntos, sin embargo, los resultados demuestran que ellos asisten por el interés de querer conocer más sobre el uso que las TIC tienen en la educación para poder mejorar su práctica docente, esto incluye actualización y aprender cómo aplicarlo en clases. Por otra parte, hay que reconocer que al impartir cursos en relación con las tecnologías se pretende que los profesores desarrollen habilidades instrumentales pero también didácticas.

Por consiguiente, se concluye que para formar a los docentes es necesario comenzar con aspectos básicos como es el manejo instrumental del Campus Virtual (plataforma Moodle), programas de Office, el funcionamiento de herramientas en línea así como la variedad de opciones que se ofrecen; posterior, se enseñaría a ocuparlas como estrategias didácticas que permitan usarlas en su práctica docente, ya sea como recurso (infografías, presentaciones, mapas mentales), como interacciones o actividades, incluso como un manera de evaluación, y del mismo modo, que el docente enseñe a sus alumnos cómo utilizarlas para su aprendizaje.

Sin embargo, el proponer cursos para formar docentes, no es la única solución al desconocimiento del uso de TIC; la formación debe ser una estrategia continua que permita que el docente se siga construyendo, de forma que cada curso que tome no sea un esfuerzo aislado, sino que a través de varias capacitaciones logre dominar la herramienta. Asimismo, es elemental que posterior a los primeros acercamientos con TIC, haya facilitadores que den seguimiento y apoyen para que cuando surjan dudas exista alguien que las atienda, de otro modo, el profesor puede llegar a perder el interés porque no habrá alguien que lo asesore cuando necesite realizar alguna actividad que no comprenda.

Además, para realizar la encuesta fue complicado rastrear a los profesores debido a la mayoría que toman los cursos están contratados por honorarios y a veces optan por otras ofertas laborales y los



que asistieron a capacitaciones se van. Por ello hay que pensar cómo incentivar a los profesores de tiempo completo a que se formen y actualicen en nuevas maneras de innovar y emplear TIC.

Lo que seguiría a esta investigación sería plantear una propuesta de formación en el marco del sistema de planeación universitario e integrar mecanismos de seguimiento a los egresados, así como figuras de acompañamiento que den apoyo a los profesores cuando integran las TIC en su práctica educativa.

## Referencia bibliográfica

Cobo, J.C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. ZER, 14(27), 295-318 Tomado de <https://www.ehu.eus/ojs/index.php/Zer/article/view/2636/2184>

Guzmán, T., García, M., Chaparro, R., Espuny, C.(2012). Formación docente para la integración de las TIC en la práctica educativa. Apertura, [S.I.], v. 3, n. 1, p. 6-13, jun. 2012. ISSN 2007-1094. Recuperado de: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/181/196>

López, M., Chávez, J. (2013). La formación de profesores universitarios en la aplicación de las TIC. *Sinéctica*, (41), Tomado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-109X2013000200005&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2013000200005&lng=es&tng=es)

Nolasco, C. (2019) ¿Qué piensan los profesores de las TIC? *Revista Digital Universitaria*. Vol. 20, núm. 2 Recuperado de: [http://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v20\\_n2\\_a6\\_Qu-piensen-los-profesores-de-las-TIC.pdf](http://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v20_n2_a6_Qu-piensen-los-profesores-de-las-TIC.pdf)

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2006). Competencias clave para el aprendizaje permanente (20016/962/CE). Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32006H0962>

Rimari, W. (s/f). La innovación educativa. Recuperado de [https://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/innovacion\\_educativa\\_octubre.pdf](https://www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/innovacion_educativa_octubre.pdf)

Skate, R. (1998) Investigación con estudio de caso. Morata. Madrid.

Universidad Autónoma de Querétaro. (s/f). Modelo Educativo Universitario. Recuperado de: <https://planeacion.uaq.mx/docs/meu/El-Modelo-Educativo-Universitario-MEU.pdf>

Zempoalteca, B., Barragán, J. F., González, J. & Guzmán, T. (2017). Formación en TIC competencia digital en la docencia en instituciones públicas de educación superior. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 9 (1), 80-96. Recuperado de

<http://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v9n1/2007-1094-apertura-9-01-00080.pdf>

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Querétaro quien a través de la Dirección de Investigación y Posgrado permite realizar y apoyar esta investigación a través del programa "21° Verano de la Ciencia UAQ 2019". Así como se reconoce al Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro y a Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyar este trabajo.

# Síntesis de materiales hidrofóbicos con diferentes estabilizadores.

V.H. Gutiérrez-Pérez<sup>1</sup>, A. Rosales<sup>1</sup>, K. Esquivel<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro 76010. TU CORREO AQUÍ (V.H.G.P)

\* Correspondencia: karen.esquivel@uaq.mx; Tel.: +52-442-192-12-00 (ext. 65401)

## Resumen

A lo largo de este trabajo se utilizó una Síntesis de un recubrimiento hidrofóbico de  $\text{SiO}_2 @ \text{TiO}_2$  (reportada por A. Rosales, 2018) para evaluar sus propiedades al cambiar el estabilizador que controla la hidrólisis y el tamaño de partícula. Se llevaron a cabo dos síntesis, una utilizando una mezcla de ácido oxálico/ ácido clorhídrico (HCl) y otra solo con HCl, para al final comparar con la síntesis original que contiene sólo ácido oxálico. Después de un mes los resultados mostraron un menor ángulo de contacto en ambas síntesis, por lo tanto una menor hidrofobicidad además de una cristalización temprana a comparación de la reportada.

**Palabras Clave** Hidrofobicidad, Estabilizador, Sol-Gel, Recubrimiento, Ángulo de contacto.

## Abstract.

Throughout this work, a Synthesis of a hydrophobic coating of  $\text{SiO}_2 @ \text{TiO}_2$  (reported by A. Rosales, 2018) was used to evaluate its properties by changing the stabilizer that controls hydrolysis and particle size. Two Syntheses were carried out, one using oxalic acid with HCl and another only with HCl, to finally compare with

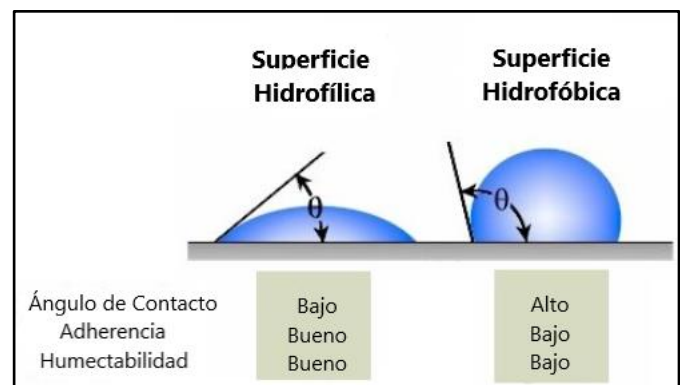
the original synthesis containing only oxalic acid. After one month the results showed a lower contact angle in both syntheses, therefore a lower hydrophobicity in addition to an early crystallization compared to that reported.

**Key Words** Hydrophobicity, Stabilizer, Sol-Gel, Coating, Contact angle.

## Introducción

La Hidrofobicidad es la propiedad que tienen algunas moléculas de aparentemente repeler el agua, sin embargo, estrictamente hablando no hay una fuerza de repulsión involucrada, sino una ausencia de atracción (Jiao Xie et al., 2018).

La Figura 1 esquematiza las principales diferencias entre una superficie hidrofílica y una hidrofóbica, siendo la atracción y la ausencia de atracción al agua la más importante.



**Figura 1.** Esquema comparativo entre las propiedades de una superficie hidrofílica y una hidrofóbica.

La hidrofobicidad de un material es usualmente determinada por la medición del ángulo de contacto de la gota de agua sobre la superficie del sólido. El ángulo de contacto (Figura 1), es el ángulo en el cual la interfaz líquido-vapor se encuentra con la interfaz sólido-líquido. (A. Rosales, 2018)

El ángulo de contacto está clasificado en tres categorías; superficie hidrofílica con ángulo de contacto de  $\theta < 90^\circ$ , superficie hidrofóbica con ángulos de contacto de  $90^\circ < \theta < 150^\circ$ , superficie

súper hidrofóbica con ángulo de contacto de  $\theta > 150^\circ$  (Jean-Louis. Salager, 1987).

Los recubrimientos hidrofóbicos y súper hidrofóbicos son muy estudiados debido a sus múltiples aplicaciones, entre las que destacan la escasa humectabilidad, la baja adherencia, y la separación de agua y aceite; proporcionando características autolimpiables en las superficies donde son aplicados estos materiales. Por eso es importante que los recubrimientos no interfieran con las propiedades intrínsecas del material a recubrir. Para lograr esto, es necesario utilizar estabilizadores, lo cual no es tarea fácil debido a que se debe lograr una sinergia entre todos los componentes del recubrimiento y el sustrato a recubrir (Zelinlan Wang et al., 2018).

Existen distintos tipos de estabilizadores, cada uno con un propósito en particular; algunos son para controlar el tamaño de partícula, tamaño de poro, tiempo de hidrólisis, tiempo de almacenaje; también existen estabilizadores mecánicos, ópticos, químicos, etc (Metwally Madkour et al., 2019). Poder controlar el tamaño de partícula y de poro da la posibilidad de variar entre recubrimientos hidrofóbicos y súper hidrofóbicos, del mismo modo, si se mantiene la transparencia del recubrimiento con un estabilizador óptico este se podrá depositar incluso en sustratos transparentes como el vidrio sin arruinarlos (A. Rosales, 2018).

En este trabajo nos centramos en encontrar un estabilizador capaz de controlar el tiempo de hidrólisis, para que el recubrimiento pueda ser almacenado por más tiempo, además de que sea más sencilla su dispersión sobre el sustrato.

## Objetivo General

Comparar el ángulo de contacto de recubrimientos hidrofóbicos obtenidos a partir del uso de diferentes estabilizadores.

## Metodología

Para llevar a cabo este proyecto se utilizó como base la síntesis de un Recubrimiento Hidrofóbico de  $\text{SiO}_2@ \text{TiO}_2$  (A. Rosales, 2018) el cual consiste

en sintetizar por el método Sol-Gel un Sol de  $\text{SiO}_2$ , mientras al mismo tiempo se forma un Sol de  $\text{TiO}_2$  para posteriormente juntar ambos y obtener el recubrimiento.

El Proceso Sol-Gel consiste en la hidrólisis de un Alcóxido monomérico precursor [R-O-M] seguida de una policondensación que resulta en una red porosa (Jiao Xie et al., 2018). Por lo general se emplea un catalizador ácido o básico que acelera el inicio de la hidrólisis y un alcohol para lograr homogeneidad entre las fases acuosa y orgánica inmiscibles.

- Sol de  $\text{SiO}_2$ :

Se colocan agua destilada, seguida de ácido oxálico y alcohol etílico con las siguientes respectivas concentraciones molares 5.5:0.1:5.6 esto permanece en agitación durante 15 minutos para después agregar TEOS gota a gota a una concentración molar de 1; y 3 minutos después se añade PDMS a una concentración de 0.15.

- Sol de  $\text{TiO}_2$ :

Se agrega TTIP gota a gota en alcohol isopropílico en agitación y en una atmósfera inerte por 5 minutos para dejarlo agitar por 10 minutos.

- Sol de  $\text{SiO}_2@ \text{TiO}_2$ :

El Sol de  $\text{TiO}_2$  se agrega al Sol de  $\text{SiO}_2$ . Se le agregan 10 ml de agua destilada y se continúa con la agitación por 10 minutos más o hasta que la solución sea completamente homogénea.

- Estabilizadores:

El ácido que cumple esta función dentro de la síntesis reportada es el Ácido Oxálico, también llamado etanodioico (Fig. 2). Este ácido tiene un pH de 1.3 en solución 0.1 M.

Es el diácido orgánico más simple, soluble en etanol y agua, pero a su vez es 3000 veces más potente que el ácido acético.

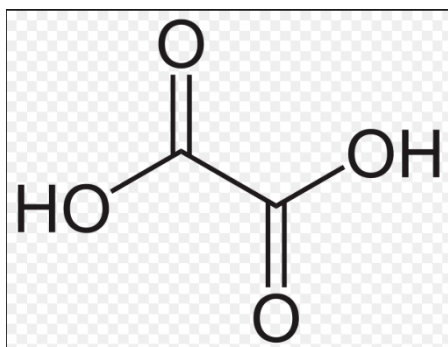


Figura 2: Estructura química del Ácido Oxálico.

El ácido que se utilizó para comparar su eficiencia contra el oxálico fue el ácido clorhídrico por tener un pH de 1 en solución 0.1 M, muy parecido al del oxálico. También pareció ser buen candidato debido a su simplicidad y diferencias estructurales (Fig. 3).

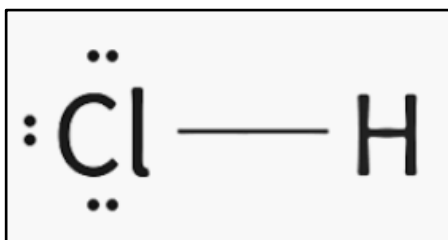


Figura 3: Estructura química del Ácido Clorhídrico.

- Síntesis #1 Ácido Oxálico y Ácido Clorhídrico.

Para esta síntesis se compartió la relación Molar entre ambos ácidos, manteniendo todas las demás condiciones iguales como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Compuestos utilizados en la Síntesis #1 y su concentración molar.

Compuesto	Relación Molar
Agua Destilada	5.5
Alcohol Etílico	5.6
Tetraetil Ortosilicato (TEOS)	1

Ácido Oxálico	0.05
Polidimetilsiloxano (PDMS)	0.15
Alcohol Isopropílico	2
Isopropóxido de Titanio (TTIP)	0.05
Ácido Clorhídrico (HCl)	0.05

- Síntesis #2 Ácido Clorhídrico.

Para esta síntesis se eliminó por completo el ácido oxálico y se sustituyó con el HCl dejando las demás condiciones normales para poder comparar los resultados de la síntesis #1 con la #2 (Tabla 2).

Tabla 2: Compuestos utilizados en la Síntesis #2 y su concentración molar.

Compuesto	Relación Molar
Agua Destilada	5.5
Alcohol Etílico	5.6
Tetraetil Ortosilicato (TEOS)	1
Polidimetilsiloxano (PDMS)	0.15
Alcohol Isopropílico	2
Isopropóxido de Titanio (TTIP)	0.05
Ácido Clorhídrico (HCl)	0.1

## Resultados

Una vez sintetizados los recubrimientos se hicieron pruebas de hidrofobicidad; se midieron los ángulos de contacto de ambas síntesis una vez por semana durante tres semanas, se dejaron almacenadas dos semanas para ver qué sucedía y se tomaron notas de todo lo sucedido a ambas soluciones. Estas estuvieron todo el tiempo en

refrigeración, esto con el fin de prolongar el tiempo de almacenaje.

- Síntesis #1

Esta síntesis tiene la peculiaridad de cristalizarse en el fondo del recipiente y en la tapa, sin embargo, con una leve agitación se disuelven los cristales formados.

Después del lapso de dos semanas sin abrir el recipiente, se observó una mayor cristalización, además de una disminución notoria de la transparencia del recubrimiento.

A lo largo de un mes se midieron los ángulos de contacto, esto con el fin de conocer la hidrofobicidad del compuesto. Para esto, se tomó una fotografía cada semana (figura 4) y los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Fechas y ángulos de contacto de la Síntesis #1.

Fecha	Ángulo de Contacto
25/Junio/2019	95 °
01/Julio/2019	94°
05/Julio/2019	94°
22/Julio/2019	93°



Figura 4: Gota de Agua sobre portaobjetos de vidrio recubierto con la Síntesis #1

- Síntesis #2

Esta síntesis no se sedimenta como la #1, sin embargo tiene un ángulo de contacto menor.

Después del lapso de dos semanas sin abrir el recipiente, no se observó cristalización en la tapa ni en el fondo, además, tuvo una transparencia homogénea a lo largo de todas las pruebas.

Del mismo modo que la síntesis #1, se midieron los ángulos de contacto y se presentan en la tabla 4. Estos datos fueron obtenidos de fotografías tomadas cada semana como la figura 5.

Tabla 4: Fechas y ángulos de contacto de la Síntesis #2.

Fecha	Ángulo de Contacto
25/Junio/2019	93 °
01/Julio/2019	93°
05/Julio/2019	92°
22/Julio/2019	91°

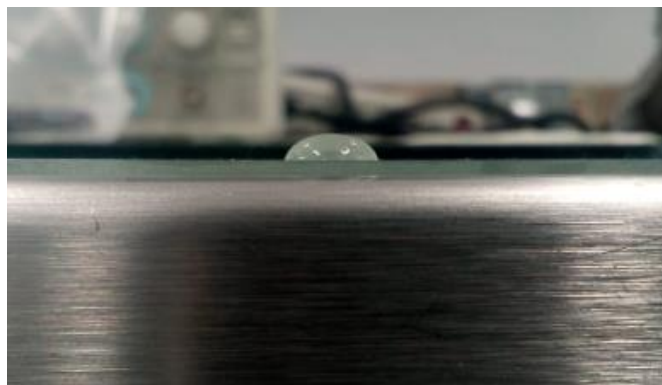


Figura 5: Gota de Agua sobre portaobjetos de vidrio recubierto con la Síntesis #2

## Conclusiones

Se puede concluir de la Síntesis #1 que la cristalización se debió a alguna interacción entre el Ácido Oxálico con HCl, ya que en la síntesis Originalmente reportada no se cristaliza tan sencillo y tiene un mayor ángulo de contacto (101°). Esta interacción se le puede atribuir a la fuerza del ácido utilizado, esto a su vez influye en

el control del tamaño de partícula y de poro, lo que recae en una menor hidrofobicidad.

Por otra parte, la falta de transparencia al aplicar el recubrimiento después de un mes se podría deber al no agitar lo suficiente la solución antes de aplicarla. Aunque este hecho también demuestra una hidrólisis acelerada, que se puede atribuir a un pH inadecuado para la solución.

En cuanto a la Síntesis #2 se pueden hacer observaciones parecidas a la #1, ya que al no tener ácido oxálico no tiene una gran hidrofobicidad. Sin embargo, al mostrar una homogeneidad en los recubrimientos es un indicio de que el ácido oxálico causa turbidez al cristalizarse. Ahora bien, esto comparado con lo reportado en la literatura me indica que la reacción de la Síntesis #1 no se está llevando por completo, ya que la síntesis original no muestra estos resultados, pero también se le adjudica una eficiente síntesis al utilizar Sonoquímica para llevarla a cabo. Por lo que para poder tener resultados más precisos, las próximas síntesis serán utilizando Sonoquímica.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Querétaro por la beca otorgada por parte del programa de Verano XXX y en particular al laboratorio de materiales nanoestructurados y funcionales, por proporcionar el material y equipo necesario para llevar a cabo esta investigación y al FOFI 2018 con el proyecto FIN201810.

## Referencias

Chuang Wang, Hui Yang, Fei Chen, Lei Peng, Hong-fang Gao, Li-ping Zhao, Influences of VTMS/SiO<sub>2</sub> ratios on the contact angle and morphology of modified superhydrophobic silicon dioxide material by vinyl trimethoxy silane, *Results in Physics*, Volume 10, 2018, Pages 891-902, ISSN 2211-3797, <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.08.007>.

Zelinlan Wang, Xiaoyu Gao, Gang Wen, Pan Tian, Lieshuang Zhong, Xuelian Gou, Zhiguang Guo, Robust silicon dioxide @ epoxy resin micronanosheet superhydrophobic omnipotent protective coating for applications, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and*

*Engineering Aspects*, Volume 550, 2018, Pages 9-19, ISSN 0927-7757, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2018.04.036>.

A. Rosales, Desarrollo de un recubrimiento hidrofóbico autolimpiable de SiO<sub>2</sub>@TiO<sub>2</sub> para preservación de estética y remoción de bioaerosoles [Master's Thesis]. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, 2018.

Salager, Jean-Louis. "Fenómenos interfaciales en dispersiones polifásicas y medios porosos". Laboratorio FIRP Escuela de Ingeniería Química, Universidad de los Andes. Venezuela, 1987.

Jiao Xie, Jia Hu, Xudong Lin, Liang Fang, Fang Wu, Xiaoling Liao, Haijun Luo, Liuting Shi, Robust and anti-corrosive PDMS/SiO<sub>2</sub> superhydrophobic coatings fabricated on magnesium alloys with different-sized SiO<sub>2</sub> nanoparticles, *Applied Surface Science*, Volume 457, 2018, Pages 870-880, ISSN 0169-4332, <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.06.250>.

Metwally Madkour, Ali Bumajdad, Fakhreia Al-Sagheer, To what extent do polymeric stabilizers affect nanoparticles characteristics?, *Advances in Colloid and Interface Science*, Volume 270, 2019, Pages 38-53, ISSN 0001-8686, <https://doi.org/10.1016/j.cis.2019.05.004>.

# Introducción a la Geometría de Lípidos

Hernández García Ambar G.<sup>1</sup>, Cervantes Contreras Aldrin M.<sup>1</sup>

Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ),  
Facultad de Ingeniería<sup>1</sup>

## Resumen

En este proyecto se busca hacer el análisis de la geometría de lípidos para después enfocarnos en uno en específico, el colesterol. El colesterol es uno de los principales componentes lipídicos de la membrana plasmática en todas las células animales. Los cambios en el nivel de colesterol de la membrana tienen un impacto importante sus propiedades, como el ordenamiento de los fosfolípidos, cambios de fluidez en la membrana, y el módulo elástico de la membrana, una medida su deformabilidad. En este proyecto se realizará una variación del hamiltoniano de Helfrich para obtener las ecuaciones de movimiento de una geometría específica, esférica.

**Palabras Clave:** Geometría de lípidos, colesterol, hamiltoniano de Helfrich, ecuaciones de movimiento, variación.

**Abstract:** This project seeks to analyze the lipid geometry and then focus on a specific one, cholesterol. Cholesterol is one of the main lipid components of the plasma membrane in all animal cells. Changes in the cholesterol level of the membrane have an important impact on its properties, such as the ordering of phospholipids, changes in fluidity in the membrane, and the elastic modulus of the membrane, a measure of its deformability. In this project, a variation of Helfrich's Hamiltonian will be carried out to obtain the equations of motion of a specific, spherical geometry.

**Keywords:** Lipid geometry, cholesterol, Helfrich hamiltonian, equations of motion, variation.

## Introducción

Un lípido es una molécula orgánica, estas moléculas son los bloques de construcción básicos de las membranas de las células. Los lípidos son anfífilos, es decir, que están formados por dos partes: una cabeza hidrofílica (amante del agua), y una cola hidrofóbica (temerosa al agua), como se muestra en la fig. 1. La cola hidrofóbica está formada por dos cadenas de hidrocarburos, estos hidrocarburos se originan a partir de diversos ácidos grasos [Müller, 2007].

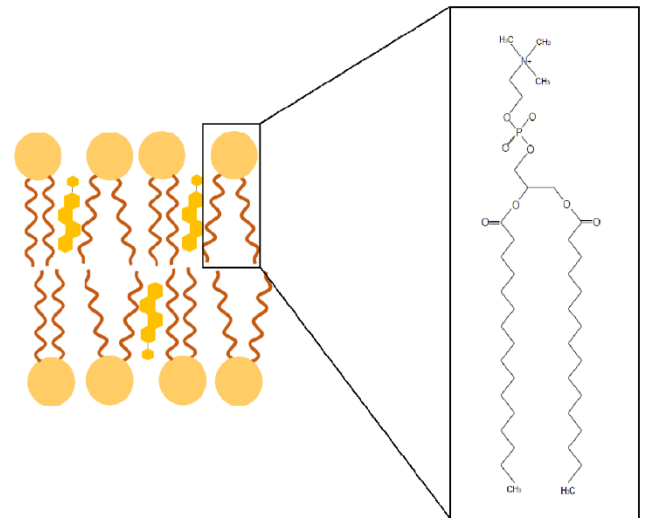


Figura 8: **Bicapa Lipídica.** Los lípidos están formados mayormente por carbono e hidrógeno.

Los lípidos se pueden clasificar en triglicéridos, céri- dos, fosfolípidos, glucolípidos, colesterol y esteroides.

### I.1 Bicapa Lipídica

En un ambiente acuoso, las colas de carbono hidrofó- cas del lípido alteran los enlaces de hidrógeno que existen entre las moléculas de agua cercanas a él. Sólo se pueden mantener si el agua ofrece una parte de su entropía. Este fenómeno se denomina efecto hidrófobo. Esta es la razón principal por la que la cola del anfífilo evita el agua, mientras que la cabeza, parte hidrofílica, puede formar enlaces de hidrógeno con el agua y por eso le gusta estar en contacto con esta [Tanford, 1991].

La naturaleza de los anfífilos hace que se agreguen espontáneamente por encima de cierta concentración crítica, a la que se le llama

concentración molecular crítica (cmc), se vuelve energéticamente más favorable para que sacrifiquen parte de su entropía y se autoensamblan en una estructura condensada, protegiendo así sus partes hidrófobas del agua. La morfología del agregado depende de la naturaleza del anfifilo (es decir, el tamaño del grupo de la cabeza y la cola hidrófoba), pero también de las condiciones de la solución (es decir, concentración de sal, pH o temperatura) [Israelchvili, 1992]. Las estructuras típicas que resultan son micelas esféricas o cilíndricas, bicapas y vesículas, como se muestra en la fig.2.



Figura 9: **Estructuras típicas de las micelas.** Algunas de las estructuras típicas son la micela esférica, la cilíndrica y la bicapa de lípidos [Vargas, et al., 2017]

La mayoría de las moléculas de lípidos en las células forman bicapas, un hecho ya descubierto en 1925 [Gorter y Grendel, 1925]. La bicapa de una membrana biológica tiene un grosor de aproximadamente 5 nm y contiene típicamente del orden de cien lípidos diferentes. Las fracciones de lípidos varían entre organismos, células, diferentes orgánulos dentro de la célula e incluso entre los dos lados de la bicapa.

## 1.2 Colesterol

El colesterol consiste en un esteroide rígido y relativamente plano con un solo grupo hidroxilo como la parte hidrófila y carbociclos de núcleos condensados como parte hidrófoba, como se muestra en la fig.3.

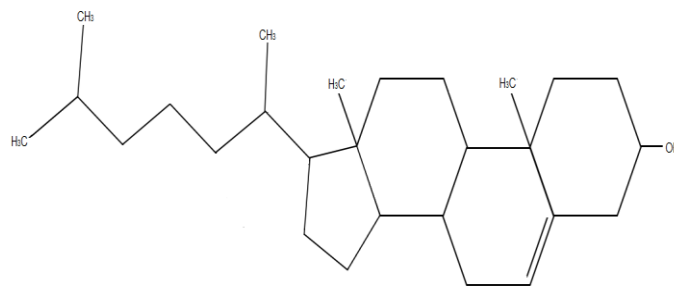


Figura 10: **Molécula de colesterol.** La molécula del colesterol está formada por una cabeza polar constituida por un grupo hidroxilo y una cola no polar formada por carbociclos de núcleos condensados y sustituyentes alifáticos.

No puede formar una bicapa a menos que se mezcle con otros lípidos. Al disminuir la movilidad de las cadenas de hidrocarburos, tiende a hacer que las bicapas lipídicas fluidas sean menos fluidas. La alta concentración que se encuentra en la mayoría de las membranas de plasma eucarióticas, también evita que las cadenas de hidrocarburos se junten y se cristalicen, lo que inhibe la transición de fase líquido-gel [Lodisch, et al., 2004; Alberts, et al., 2002]. Se ha propuesto que tanto el colesterol como los esfingolípidos se acumulan en la membrana plasmática para formar pequeños dominios de un diámetro de unas pocas decenas de un nanómetro [Brown y London, 1997; Simons e Ikonen, 1997; Brown y London, 1998]. Se cree que estas “balsas lipídicas” ayudan a organizar ciertas proteínas que son importantes para las funciones biológicas, como la señalización celular.

El colesterol se encuentra en las membranas de la célula animal, su nivel en la en las membranas puede modular cambios de fluidez en la membrana [Brulet y McConnell, 1976; Cooper, 1978; Xu y London, 2000], y el módulo elástico de la membrana, una medida de la deformabilidad de la membrana [Evans y Needham, 1987; Needham y Nunn, 1990]. Ya que el colesterol regula estas propiedades de la membrana, también modifica la actividad de enzimas, de algunas proteínas transportadoras y receptores que se encuentran en la membrana [Maldonado, et al., 2012].



Con respecto a los funcionamientos que el colesterol tiene en nuestro cuerpo, cumple con varias funciones metabólicas: forma la parte de la estructura para la formación de las hormonas esteroidales, forma sales biliares, las cuales son de importancia para la digestión y absorción de grasas en el tracto digestivo, también cumple con funciones en el metabolismo intracelular de los ácidos grasos [Valenzuela, *et al.*, 2002].

### I.3 Energía asociada a la Superficie de Fluidos

La energía asociada con una superficie de fluido a menudo se describe completamente por un hamiltoniano invariante ante re-parametrización que solo depende de la geometría de la superficie, los grados internos de libertad y, a veces, incluso contribuciones masivas se incluyen fácilmente.

La membrana se considerará desde un punto de vista mesoscópico. Esto es aplicable cuando la extensión lateral y el tamaño de todas las deformaciones de interés son mucho más grandes que su anchura. La bicapa lipídica se puede modelar como una superficie bidimensional incorporada en el espacio euclidiano tridimensional  $\mathbb{R}^3$ . Las proteínas u otras entidades que pueden unirse a la membrana están representadas por partículas sólidas que imponen deformaciones en la superficie [Müller, 2007].

### I.4 Tensión superficial

Cuando las superficies ocurren en sistemas físicos, la energía asociada con ellas a menudo se describe completamente por un hamiltoniano que sólo depende de la geometría de la superficie. Por lo que el hamiltoniano queda de la forma:

$$H = \int_{\Sigma} dA \sigma$$

donde  $\Sigma$  es el dominio de superficie y  $dA$  el elemento de área infinitesimal. La fluidez de la superficie implica que no puede resistir las tensiones de corte. Ya que se restringirán las consideraciones a superficies fluidas, esta propiedad se mantendrá a lo largo del trabajo.

### I.5 Hamiltoniano de Helfrich

Una deformación por flexión en la dirección normal a la interfaz puede contribuir a la energía total de una superficie de fluido. En una expansión armónica, la energía debida a cualquier deformación de la interfaz es proporcional al cuadrado de la deformación (recuerde la ley de Hooke). En el caso particular de flexión, hay que considerar expresiones cuadráticas de la curvatura. En cada punto, una superficie tiene dos curvaturas principales  $k_1$  y  $k_2$ , que son los valores propios del tensor de curvatura local  $K_b^a$ . Los vectores propios correspondientes definen dos direcciones principales ortogonales. Por lo tanto, uno tiene que incluir dos términos independientes en la expresión para la energía que depende de una combinación cuadrática de las dos curvaturas y, además, son escalares invariantes. Una opción conveniente es una combinación de la curvatura gaussiana  $K_G = k_1 k_2$  y la traza cuadrada  $K^2 = (k_1 + k_2)^2$  del tensor de curvatura  $K_{ab}$ . Incluyendo la tensión superficial, el hamiltoniano completo según Helfrich es [Helfrich, 1973]:

$$H = \int_{\Sigma} dA \left[ \sigma + \frac{\kappa}{2} (K - K_0)^2 + \bar{\kappa} K_G \right]$$

Donde  $\kappa$  y  $\bar{\kappa}$  son constantes de proporcionalidad llamadas *bending rigidity* (rigidez de flexión) y *saddlesplay modulus* (módulo de la silla de montar), respectivamente. La constante  $K_0$  es la curvatura espontánea. Su valor determina cuánto prefiere doblarse la superficie en su estado de energía mínima.

### Objetivos

#### General:

Obtener las ecuaciones de movimiento a partir de la variación del hamiltoniano de Helfrich para aplicarlo en una geometría esférica.

#### Específicos:

- Aprender a realizar el cálculo para la obtención de las ecuaciones.

- Obtener las ecuaciones de movimiento a partir de la variación del hamiltoniano de Helfrich para aplicarlo en una geometría.

## Metodología

Asignamos una geometría a nuestro lípido, en este caso se toma en una geometría esférica. Empezamos con la métrica con la cual podremos calcular la métrica inducida ( $g_{\mu\nu}$ ).

Calcularemos primero los vectores base ( $e_a^\mu$  y  $e_b^\nu$ ), esto se hace con la definición:

$$e_x^\mu = \frac{\partial \chi^\mu}{\partial x}$$

Ahora podemos calcular la métrica inducida:

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} e_a^\mu e_b^\nu$$

Donde  $\eta_{\mu\nu}$  es una métrica dada por el espacio.

Una vez que se tiene la métrica inducida podemos obtener información de la curvatura, la curvatura intrínseca ( $k$  y  $k_{ab}$ ) y el tensor de curvatura ( $R$ ,  $R_{ab}$ ,  $R_{abcd}$ ).

$$k_{ab} = -n^i \cdot \partial_a \chi_b^\mu$$

Obteniendo la información necesaria para realizar la variación del hamiltoniano de Helfrich y mediante a las ecuaciones de Euler- Lagrange se obtienen las ecuaciones de movimiento.

## Resultados

Hasta ahora se ha logrado entender matemáticamente el problema y conocer la geometría, ya que ésta es de un nivel avanzado que no se ve en la licenciatura sino hasta un posgrado. También se logró profundizar en el conocimiento de los lípidos y toda la estructura que éstos conllevan.

Como resultado esperado de este proyecto se espera continuar con el tema hasta obtener propiedades mecánicas del colesterol (teóricamente) para así realizar un modelo de este.

## Discusión y Conclusiones

Durante esta estancia, me pude dar cuenta de la importancia de multidisciplinariedad de la

ciencias en particular la física, pues cuando se habla de lípidos se tiende a pensar en biología o medicina, pero esta estancia aprendí que también hay un área de la física que está empezando a tener mucho auge, a saber la Biofísica, pues se proponen modelos desde el punto de vista de la física para resolver problemas de la biología o de la medicina (por ejemplo la física medica).

Además, aprendí sobre los temas matemáticos que se han visto en la estancia que nos permiten realizar los cálculos para futuros proyectos que continúen este tema.

## Agradecimientos

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a los administrativos del Verano de la Ciencia 2019 por permitirme realizar esta estancia de verano, a la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo que se les da a los programas que fomentan los proyectos de investigación. Por último, agradezco a mi asesor de proyecto, el Dr. Aldrin Melitón Cervantes Contreras, por aceptarme para realizar una estancia de verano con él.

## Referencias

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y P. Walter. Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, New York, NY, fourth edition, 2002.
- Brown, D. A. y London, E. Functions of lipid rafts in biological membranes. Annu. Rev. Cell Dev. Biol., 14: pp. 111–136, November 1998.
- Brown, D. A. y London, E. Structure of Detergent-Resistant Membrane Domains: Does Phase Separation Occur in Biological Membranes? Biophys. Res. Commun., 240(1): pp. 1–7, November 1997.
- Brulet, P. y McConnell, H. M. Lateral hapten mobility and immunochemistry of model membranes. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 73: 2977–2981, 1976.
- Cooper, R. A. Influence of increased membrane cholesterol on membrane fluidity and cell function in human red blood cells. J. Supramol. Struct. 8:413–430, 1978.
- Evans, E. y Needham, D. Physical properties of surfactant bilayer membranes: thermal transition, elasticity, rigidity, cohesion and colloidal interactions. J. Phys. Chem. 91:4219–4228, 1987.

- Gorter, M. D. y Grendel, F. On bimolecular layers of lipoids on the chromocytes of the blood. *J. Exp. Med.*, 41(4): pp. 439-443, 1925.
- Helfrich, W. Elastic Properties of Lipid Bilayers: Theory and Possible Experiments. *Z. Naturforsch.*, 28 c: pp. 693-703, 1973.
- Israelachvili, J. N. Intermolecular and Surface Forces. Academic Press, London, U.K. - San Diego, CA, second edition, 1992.
- Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C. A., Krieger, M., Scott, M. P., Zipursky, S. L. y Darnell, J. *Molecular Cell Biology*. W. H. Freeman and Co., New York, NY, fifth edition, 2004.
- Maldonado, O., Ramírez, I., García, J. R., Ceballos, G. M. y Méndez, E. Cholesterol: Biological function and medical implications. *Rev. mex. cienc. farm* vol.43, 2. 2012.
- Müller, M. M. Theoretical studies of fluid membrane mechanics (tesis de doctorado), 2007.
- Needham, D. y Nunn, R. S. Elastic deformation and failure of lipid bilayer membranes containing cholesterol. *Biophys. J.* 58:997-1009, 1990.
- Simons, K. y Ikonen, E. Functional rafts in cell membranes. *Nature*, 387: pp. 569-572, June 1997.
- Tanford, C. *The Hydrophobic Effect: Formation of Micelles and Biological Membranes*. Krieger Publishing Company, Malabar, FL, second edition, 1991.
- Valenzuela, A., Sanhueza, J y Nieto, S. Cholesterol Oxides (Oxisterols): Factors Conditioning their Formation, Biological Effects and Content in Foods. *Rev. Chil. Nutr.* V.29, 2. 2002
- Xu, X. y London, E. The effect of sterol structure on membrane lipid domains reveals how cholesterol can induce lipid domain formation. *Biochemistry.* 39:843-849, 2000.

# Caracterización patogénica de hongos epífitos de manzana cv. ‘Golden Delicious’

Orozco Martínez Juan Pablo, López González Rocío Crystabel y \*Pacheco Aguilar Juan Ramiro

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química; Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario, Colonia Las Campanas, C.P: 76010, Santiago de Querétaro, Querétaro.  
[\\*juanramiro29@yahoo.com.mx](mailto:juanramiro29@yahoo.com.mx)

## Resumen

Las asociaciones entre plantas y microorganismos pueden ser benéficas, neutrales o perjudiciales. Los hongos son conocidos por ser los principales agentes bióticos que causan enfermedades a los cultivos. La manzana es uno de los cultivos que puede verse afectado por la acción de este tipo de hongos fitopatógenos, ocasionando pérdidas importantes. La variedad de manzano Golden Delicious’ es una variedad susceptible a hongos fitopatógenos y una de las más consumidas a nivel mundial. En el presente estudio se identificaron las poblaciones fúngicas obtenidas de la superficie de manzana de la variedad ‘Golden Delicious’, cultivada en el estado de Querétaro; mediante el uso de claves taxonómicas y se determinó su posible capacidad patogénica mediante su inoculación en fruto. Se obtuvieron 11 morfotipos de hongos, de los cuales el 90% se logró identificar a nivel de género, siendo los principales *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*. Los análisis en fruto mostraron que todos los hongos tuvieron cierta capacidad fitopatógena, siendo los morfotipos identificados como *Penicillium*, los que causaron más daño (> 59 % de pudrición). Estos resultados, muestran que existen hongos asociados durante el cultivo precosecha de manzano con capacidad de dañar al fruto en etapa postcosecha.

## Introducción

Los órganos de las plantas pueden estar constantemente asociados a microorganismos, los cuales pueden tener relaciones benéficas, neutrales o patogénicas (Imam, 2016). Dentro de los fitopatógenos de plantas, los hongos son los principales microorganismos que causan daño durante el cultivo y la etapa postcosecha, representando pérdidas económicas importantes de hasta un 13 % de las cosechas globales para la agricultura (Moore, 2016).

Uno de los cultivos que puede verse afectado por hongos fitopatógenos es el manzano (*Malus domestica* Borkh), el cual, es un cultivo de clima templado y de importancia debido a su extenso consumo. La variedad ‘Golden Delicious’ es una de las variedades más populares de manzana y susceptible al principal fitopatógeno de postcosecha: *P. expansum* (Mendoza, 2008; Hermosillo, 2015). México es el decimotercer productor de manzana en el mundo, alcanzando la cifra de 716, 930 toneladas en 2016, representando el 0.68 % del PIB agrícola nacional, en donde Querétaro, forma parte de la Región 8 productora de manzana, la cual genera el 0.23 % de la producción nacional de manzana junto con los estados de Hidalgo, Estado de México y Tlaxcala (SAGARPA, 2016). Sin embargo, al igual que en otras zonas productoras, la cosecha se ve afectada por fitopatógenos, los cuales pueden estar presentes desde el cultivo y causar pérdidas en la etapa postcosecha.

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo identificar y determinar la capacidad patogénica de los hongos epífitos asociados a la manzana ‘Golden Delicious’ cultivada en Amealco, Querétaro.-

## Objetivos

### General

Identificar las poblaciones fúngicas obtenidas de la superficie de manzana de la variedad ‘Golden Delicious’ en la etapa de fruto maduro y determinar su posible capacidad patogénica.

## Específicos

- Identificar mediante claves taxonómicas las poblaciones fúngicas de superficie de manzana ‘Golden Delicious’.
- Evaluar la capacidad fitopatógena de los hongos en frutos de manzana de la variedad ‘Golden Delicious’.

## Metodología

### Material biológico

Se partió de una colección de 11 hongos del cepario del Laboratorio de Biotecnología Agrícola de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro. Los hongos fueron obtenidos del fruto maduro de la variedad de manzana ‘Golden Delicious’, en una huerta experimental del municipio de Amealco, Querétaro (20°09'LN, 100°07'LO y 2279 msnm).

### Identificación de hongos filamentosos

Con el objetivo de identificar taxonómicamente a nivel de género, los hongos se inocularon en los medios: agar nutritivo de levadura glucosa (NYDA: caldo nutritivo 8 g/L, extracto de levadura 5 g/L, glucosa 10 g/L, agar 20 g/L); agar papa dextrosa 10% (PDA: extracto de papa 0.4 g/L, glucosa 2 g/L, agar 1.5 g/L); agar de exudado de manzana (exudado de manzana ‘Golden Delicious’ 120 mL/L, agar 15 g/L); agar levadura-peptona-dextrosa 10% (YPD: Extracto de levadura 1 g/L, peptona de caseína 2 g/L, glucosa 2 g/L, agar 15 g/L) y agar V8 (jugo V8 200 mL/L, carbonato de calcio 3 g/L, agar 15 g/L). Las cajas inoculadas se incubaron a temperatura ambiente durante 7 días.

Posteriormente, se prepararon muestras para observación de esporas en microscopio. Se colocaron 25 µL de ácido láctico en un portaobjetos, y se tomó un inóculo del cultivo, se extendió en el ácido láctico y se colocó cubreobjetos. Las muestras se observaron a microscopio con aumento de 40X y se observó la presencia de micelio y esporas, las cuales, se compararon con claves taxonómicas (Klich, 1988; Pitt, 1991; Ellis, 1993; Rayachhetry, 1996; Mercado et al., 1997; Denman et al., 2003;

Domsch, 2007; Bensch et al., 2010; Hermosillo, 2015).

Para aquellos hongos en los cuales no fue posible la apreciación de estructuras en microscopio, se realizaron microcultivos. Para cada microcultivo, se colocó en una caja Petri, una varilla triangular y sobre ésta se colocó un portaobjetos. A continuación, se cortaron cuadros de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de medio PDA y se colocó un cuadro en el portaobjetos. Se tomó un inóculo del hongo correspondiente y se inoculó en el medio de PDA en sus cuatro lados por la parte transversal. Posteriormente, se colocó sobre el PDA un cubreobjetos y se incubaron a temperatura ambiente durante 7 días. Tras el tiempo de incubación, el cubreobjetos, con crecimiento del hongo, se tomó con pinzas y se colocó sobre un nuevo portaobjetos con 25 µL de ácido láctico. Las muestras se observaron a microscopio con aumento de 40X y se compararon con claves taxonómicas descritas previamente.

### Determinación de capacidad patogénica de hongos en fruto

Los frutos empleados para el ensayo de patogenicidad se desinfectaron de la siguiente manera: se lavaron 5 min en etanol al 90 % v/v, 60 s en hipoclorito de sodio al 5% v/v, 60 s en etanol al 70% v/v y por último se enjuagaron con agua estéril. Con un horador se realizaron 4 orificios en cada fruto en el diámetro ecuatorial.

Los cultivos correspondientes se perforaron para obtener discos de 5 mm de diámetro, los cuales se inocularon hacia adentro en los orificios realizados en el fruto. Cada hongo se inoculó por triplicado. Como control positivo se inoculó *Penicillium expansum* (previamente caracterizado como fitopatógeno de manzana) y como control negativo se dejaron horadaciones sin inocular. En una cámara húmeda, consistente en una caja de plástico con sanitas humedecidas con agua estéril, se colocaron los frutos inoculados, se selló con tiras de plástico y se cerró con tapa para mantener los frutos aislados.

Diez días tras la inoculación, se evaluó el diámetro del daño provocado por el hongo en mm y el porcentaje de daño, definido como el

porcentaje del diámetro promedio del daño provocado por un hongo respecto al diámetro del daño provocado por el control positivo (*P. expansum*).


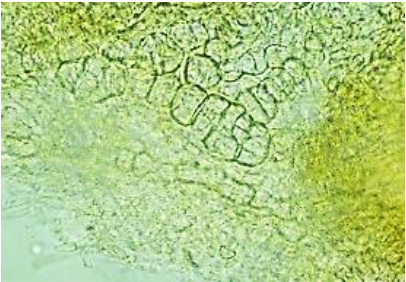


## Resultados











Como puede observarse en la Tabla 1, de un total de once hongos aislados de fruto maduro de manzano variedad ‘Golden Delicious’, fue posible identificar diez de éstos a nivel de género. No pudo identificarse el aislado H12GDE3 2018 debido a la ausencia de esporas en los cultivos. El medio de cultivo que mejor funcionó en la activación de los hongos fue el medio NYDA. De los diez hongos identificados, cuatro correspondieron al género *Aspergillus* (H4GDE3 2018, H9GDE3 2018, H10GDE3 2018 y H11GDE3 2018); tres al género *Cladosporium* (H2GDE3 2018, H5GDE3







2018 y H7GDE3 2018); dos al género *Penicillium* (H3GDE3 2018 y H6GDE3 2018); y uno al género *Alternaria* (H8GDE3 2018). El hongo H12GDE3 no logró ser identificado debido a que no se produjeron esporas en ninguno de los medios empleados para activar los hongos.

Los cuatro géneros de hongos encontrados son de los más comúnmente encontrados en superficie de manzana cuando se realiza una identificación a partir de técnicas basadas en cultivos. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que dichas técnicas únicamente permiten identificar grupos taxonómicos cultivables, es decir, hongos que tienen la capacidad de crecer en medios de cultivo fuera del entorno en que se encontraban originalmente. Otras técnicas, como la secuenciación, permiten identificar la mayoría de especies incluyendo aquellas que no tienen la capacidad de crecer en cultivos fuera de su medio (Shen, 2018).

**Tabla 1.** Género, imagen macroscópica y microscópica de los hongos aislados.

Aislado	Género	Imagen macroscópica	Imagen microscópica
H8GDE3 2018	<i>Alternaria</i>		
H4GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>		

H9GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>		
H10GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>		
H11GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>		
H2GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>		
H5GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>		

H7GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>		
H3GDE3 2018	<i>Penicillium</i>		
H6GDE3 2018	<i>Penicillium</i>		

Los resultados de los ensayos de patogenicidad en fruto pueden observarse en la Tabla 2. El porcentaje de daño provocado por los hongos va desde 12.3 % hasta 100.9 % (mayor al control), mientras que el promedio del porcentaje de daño de todos los hongos es de 45.4 %.

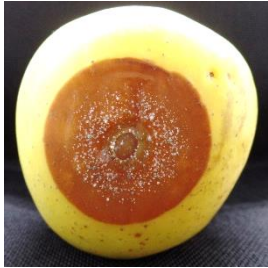




Cuatro de los once hongos fueron identificados como *Aspergillus*, los cuales generaron porcentajes de daño entre 29.2 % y 48.0 %, coincidiendo con reportes que catalogan a dicho género como uno de los más comunes en superficie de frutos. Además, se ha reportado que *Aspergillus spp.* es uno de los principales agentes causales de pudrición de frutos en poscosecha, sobre todo cuando los tiempos de almacenamiento con largos y la humedad es alta (Qais, 2016). Los tres hongos identificados como *Cladosporium* provocaron porcentajes de daño entre 12.33% y 60.4 %. A pesar de que el hongo H7GDE3 2018






tuvo un alto porcentaje de daño en fruto (60.4 %), el género *Cladosporium* ha sido descrito comúnmente como un patógeno “débil” y como agente secundario de infección en manzana (Grantina, 2015). Sin embargo, también se ha investigado el uso de aislados de *Cladosporium cladosporioides* como antagonista del hongo patógeno de manzana *Venturia inaequalis* (Kohl, 2015). Por su parte, los dos hongos del género *Penicillium* fueron los que causaron mayor daño, alcanzando valores de 59.1 % y 100.9 %. *Penicillium spp.* es un patógeno típico de la manzana, destacándose *Penicillium expansum*, responsable de provocar la podredumbre de almacén conocida como “moho azul” (Hermosillo, 2015). Por último, el único aislado identificado como *Alternaria* generó un daño de 67.27%. Se ha descrito que *Alternaria* puede provocar pudrición en corazón, cáliz y alrededor de heridas, además de que se le ha atribuido una




considerable resistencia a fungicidas de uso común (Grantina, 2015).

**Tabla 2.** Daño promedio y porcentaje de daño en fruto de los hongos aislados.

Aislado	Género	Daño promedio (mm)	% Daño	Imagen
Control positivo	<i>Penicillium expansum</i>	37.00	100.00	
H8GDE3 2018	<i>Alternaria</i>	16.72	67.27	
H4GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>	10.81	29.22	
H9GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>	8.81	35.45	
H10GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>	17.78	48.06	

H11GDE3 2018	<i>Aspergillus</i>	8.32	33.49	
H2GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>	5.62	22.63	
H5GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>	3.06	12.33	
H7GDE3 2018	<i>Cladosporium</i>	15.03	60.48	
H3GDE3 2018	<i>Penicillium</i>	21.88	59.13	

H6GDE3 2018	<i>Penicillium</i>	37.35	100.95	
-------------	--------------------	-------	--------	---

## Discusión y conclusiones

Fue posible identificar a nivel de género diez de los once aislados de hongos epífitos de manzana ‘Golden Delicious’, siendo pertenecientes a los géneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*, los cuales han sido reportados como los hongos más comúnmente encontrados en fruto cuando se utilizan técnicas basadas en medios de cultivo (Shen, 2018). El género *Penicillium* fue el que generó mayor daño en fruto (hasta 100.9 %), coincidiendo con su descripción como un patógeno típico de la manzana (Hermosillo, 2015). El único aislado identificado como *Alternaria* provocó un daño relativamente alto (67.2 %), coincidiendo igualmente con su actividad patógena previamente descrita (Grantina, 2015). El género *Cladosporium* provocó daño relativamente bajo, lo que coincide con su descripción de un patógeno débil de la manzana, excepto el aislado H7GDE3 2018, que tuvo un porcentaje de daño relativamente alto. (60.48%) (Grantina, 2015). Por último, *Aspergillus* fue el género más abundante pero también el que alcanzó menores porcentajes de daño (48.06% como máximo) comparado a los otros géneros encontrados, lo cual podría diferir con su descripción como uno de los principales agentes causales de enfermedades en frutos (Qais, 2016).

En conclusión, se observó que los hongos asociados naturalmente a la manzana cultivada en el estado de Querétaro, pueden causar daño en el fruto, por lo cual pueden considerarse fitopatógenos potenciales.

## Agradecimientos

Al Dr. Juan Ramiro Pacheco Aguilar por su entusiasmo, orientación y disponibilidad. A la Mtra.

Rocío Crystabel por su asesoría y su gran calidad como profesora e investigadora. Sin ellos, este trabajo no hubiera sido posible.

## Referencias bibliográficas

- K. Bensch, J. Groenewald, J. Dijksterhuis, M. Starink-Willemsse, B. Andersen, B. Summerell, H. Shin, H. Schroers, U. Braun, y P. Crous, “Species and acological diversity within the *Cladosporium* cladosporioides complex (Davidiellaceae, Capnodiales),” *Studies in Mycology*, Vol. 67, pp. 1-94, 2010.
- S. Denman, P. Crous, J. Groenewald, B. Slippers, B. Wingfield, y M. Wingfield, “Circumscription of *Botryosphaeria* species associated with Proteaceae based on morphology and DNA sequence data,” *Mycologia*, Vol. 95, pp. 294-307, 2003.
- K. H. Domsch, W. Gams, y T. H. Anderson, “Compendium of Soil Fungi,” (2da ed.), Alemania, 2007.
- M. B. Ellis, “Dematiaceous Hyphomycetes,” CAB International Commonwealth Mycological Institute, London, UK, 1993.
- L. Grantina, “Fungi Causing Storage Rot of Apple Fruit in Integrated Pest Management System and their Sensitivity to Fungicides,” *Rural Sustainability Research*, Vol. 34, No. 329, pp. 2-11, 2015.
- G. Hermosillo, M. Quezada, J. Moreno, S. Pascual, y M. Trejo, “Detección de patulina en manzana ‘Golden Delicious’ y en productos derivados elaborados industrial y artesanalmente elaborados en México,” *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, Vol. 16, No. 2, pp. 281-286, 2015.
- J. Imam, P. K. Singh, y P. Shukla, “Plant microbe interactions in post genomic era: perspectives and applications,” *Frontiers in Microbiology*, Vol. 7, No. 1488, pp. 1-15, 2016.
- M. A. Klich, “A laboratory guide to common *Aspergillus* species and their teleomorphs,” Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia, 1988.
- J. Kohl, C. Scheer, I. J. Holb, S. Masny, W. Molhoek, “Toward an Integrated Use of Biological Control by *Cladosporium* cladosporioides H39 in Apple Scab ( *Venturia inaequalis* ) Management,” *Plant Disease*, Vol. 9, No. 4, pp. 535-543, 2015.
- S. Mendoza, R. A. Martínez, M. R. Fernández, A. Rumayor, y E. Castillo, “Época de maduración y calidad del fruto de genotipos

de manzana en Cadereyta, Qro,” Revista Chapingo. Serie Horticultura, Vol. 14, No. 1, pp. 71-78, 2008.

A. Mercado, V. Holubová-Jechová, y J. Mena, “Hifomicetes demaciáceos de Cuba,” Museo Regionale Di scienze Naturali, Cuba, 1997.

D. Moore, 21st Century Guidebook to Fungi : Fungal diseases and loss of world agricultural production, Cambridge University Press, Cambridge, 2016.

J. I. Pitt, “A laboratory guide to common *Penicillium* species,” CSIRO Division of Food Science, Australia, 1991.

A. Quais, M. Ahmed, y A. Amira, “Isolation and identification of fungal post-harvest rot of some fruits in Yemen,” PSM Microbiology, Vol. 1, No. 1, pp. 36-44, 2016.

M. B. Rayachhetry, G. M. Blakeslee, R. S. Webb, y J. W. Kimbrough, “Characteristics of the *Fusicoccum* anamorph of *Botryosphaeria ribis*, a potential biological control agent for *Melaleuca quinquenervia* in south Florida,” Mycologia, Vol. 88, pp. 239–248, 1996.

SAGARPA, “Planeación nacional: Manzana Mexicana,” 2016. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256430/B\\_sico-Manzana.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256430/B_sico-Manzana.pdf)

Y. Shen, J. Nie, Z. Li, H. Li, Y. Wu, Y. Dong, y J. Zhang, “Differentiated surface fungal communities at point of harvest on apple fruits from rural and peri-urban orchards,” Nature: Scientific reports, Vol. 8, 2016.

# Nanopartículas metálicas soportadas en TiO<sub>2</sub> mesoporoso para fotocátalisis ambiental

Oscar Eduardo Ortiz Contreras <sup>I</sup>, Dr. Rufino Nava Mendoza <sup>II</sup>.

Laboratorio de Catálisis y Energía, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ingeniería. <sup>I</sup> [oortiz13@alumnos.uaq.mx](mailto:oortiz13@alumnos.uaq.mx). <sup>II</sup> [rufino.uaq.mx](mailto:rufino.uaq.mx)

## Resumen

En este trabajo se desarrolló una metodología experimental para la preparación de nanopartículas bimetalicas de Au y Au-Cu soportadas en TiO<sub>2</sub> convencional y en TiO<sub>2</sub> mesoporoso (M-TiO<sub>2</sub>), que pueden presentar potenciales aplicaciones como fotocatalizadores plasmónicos para la conversión eficiente de dióxido de carbono a combustibles. Los soportes de TiO<sub>2</sub> convencional y mesoporoso se prepararon utilizando el método sol-gel. Los fotocatalizadores de Au y Au-Cu soportados en TiO<sub>2</sub> se obtuvieron mediante la técnica de depositación por precipitación. Posteriormente fueron caracterizados utilizando difracción de rayos X en polvos (XRD) y los resultados se contrastaron con su correspondiente patrón de difracción. Los resultados muestran que se obtuvo TiO<sub>2</sub> anatasa (PDF-078-2486) con buena calidad cristalina, también se puede observar un cambio en cuanto a las reflexiones mostradas en comparación con el M-TiO<sub>2</sub>, asimismo no se observan cambios con respecto a los patrones de difracción de los fotocatalizadores con Au y Au-Cu lo que indica que se tienen partículas altamente dispersas y con un tamaño menor a 5 nm. Se demostró que tanto el TiO<sub>2</sub> como el M-TiO<sub>2</sub> pueden aprovecharse como soportes para nanopartículas metálicas en la preparación de catalizadores de oro y cobre para la reducción de CO<sub>2</sub>. Se espera que la estructura

mesoporosa de dióxido de titanio mejore el rendimiento catalítico de los catalizadores de Au y Au-Cu soportados.

Palabras Clave: Fotocatalizador, TiO<sub>2</sub>, Nanopartículas, Mesoporoso.

## Summary

This work was focus to develop the experimental method for the synthesis of bimetallic nanoparticles supported on conventional TiO<sub>2</sub> and mesoporous TiO<sub>2</sub> (M-TiO<sub>2</sub>), which can present potentials applications such as plasmonic photocatalysts for the efficient conversion of carbon dioxide to biofuels. Conventional and mesoporous titania supports were prepared using the sol-gel method. Gold and gold-copper photocatalyst supported on TiO<sub>2</sub> were obtained by deposition-precipitation technique. There were subsequently characterized using X-Ray diffraction (XRD) and the results were compared with their corresponding diffraction file. Results showed that pure anatase was obtained (PDF-078-2486) with high crystallinity, a change in the reflexions of M-TiO<sub>2</sub> can be observed in comparison with non-mesoporous TiO<sub>2</sub>, moreover, no changes are observed regarding the diffraction patterns of Au and Au-Cu photocatalysts which indicates that there are highly dispersed particles with a size smaller than 5 nm. It was shown that both TiO<sub>2</sub> and M-TiO<sub>2</sub> can be used as supports for metallic nanoparticles in the preparation of gold and copper catalysts for CO<sub>2</sub> reduction. The mesoporous structure of titanium dioxide is expected to improve the catalytic performance of supported Au and Au-Cu catalyst.

Key words: Photocatalyst, TiO<sub>2</sub>, Nanoparticles, Mesoporous.

## Introducción

El cambio climático es una de las preocupaciones más importantes que existen hoy en día pues sus consecuencias trascienden empresas, países, afectando la economía mundial, el medio ambiente y la salud de la población. El incremento en el uso de combustibles fósiles para generar electricidad,

operar motores, generar calor para procesos industriales, ha provocado que grandes cantidades de gases, entre ellos CO<sub>2</sub>, sean liberados a la atmósfera.

El calentamiento global como consecuencia del aumento de la concentración del dióxido de carbono y otros gases involucrados en el efecto invernadero es posiblemente una de las cuestiones ambientales más importantes que afronta el mundo actualmente. El desequilibrio se produce al aumentar de forma desmedida la concentración de estos gases en la atmósfera.

Para resolver este problema y alcanzar niveles de CO<sub>2</sub> aceptables es necesario el esfuerzo multidisciplinario de la comunidad científica en la implementación de tres acciones contundentes: mejorar la eficiencia en la generación de energía, reemplazar fuentes de energía por otras con menores niveles de emisión de CO<sub>2</sub> y secuestrar (almacenar) de forma eficiente CO<sub>2</sub>.

Actualmente el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es uno de los óxidos metálicos más estudiados; esto se debe principalmente debido a sus propiedades intrínsecas, baja toxicidad para los humanos, costo relativamente bajo, buena estabilidad química y térmica, así como estupendas propiedades electrónicas y ópticas. Tales características hacen que el TiO<sub>2</sub> sea el compuesto por excelencia empleado en aplicaciones fotocatalíticas.

A pesar de ser un material prometedor las propiedades intrínsecas del TiO<sub>2</sub> aún pueden mejorarse incrementando su porosidad y el diámetro del poro. Ya que además de aumentar la superficie específica, la porosidad facilita algunos fenómenos fisicoquímicos, como adsorción y difusión de especies químicas, especialmente en presencia de mesoporos ( $\varnothing = 2\text{-}50\text{ nm}$ ).

Se ha encontrado que el dióxido de titanio mesoporoso (M-TiO<sub>2</sub>) favorece y mejora algunos procesos fotocatalíticos debido a que facilita el acceso a los sitios activos en la superficie de los fotocatalizadores, por ejemplo, nanopartículas metálicas, además de conseguir nanomateriales altamente dispersados.

Sin embargo, su eficiencia aún está lejos de ser óptima debido a su falta de fotorrespuesta a la luz visible y al amplio porcentaje de recombinación no deseada entre electrones y huecos, por lo que se ha intentado incorporar co-catalizadores ya que estos nos ofrecen la posibilidad de controlar la fotoactividad del M-TiO<sub>2</sub>, así como la incorporación de metales nobles, Pt, Au, Ag o Cu, debido a que estos brindan un efecto potenciador sobre la conversión de CO<sub>2</sub> en productos de valor agregado.

## Objetivos

### General

- Desarrollar nanopartículas metálicas de Au y Au-Cu soportadas en dióxido de titanio mesoporoso como catalizadores plasmónicos con posible aplicación para la conversión de dióxido de carbono a combustibles.

### Específicos

- Aplicar la metodología experimental para la síntesis de dióxido de titanio mesoporoso.
- Aplicar la metodología experimental para la síntesis de las nanopartículas de oro soportadas en dióxido de titanio mesoporoso.
- Desarrollar la metodología experimental para la síntesis de las nanopartículas bimetalicas de oro-cobre soportadas en dióxido de titanio mesoporoso.

## Metodología

El trabajo experimental para la síntesis de los fotocatalizadores, así como sus respectivas caracterizaciones se realizaron en el Laboratorio de Investigación en Nanotecnología del campus Aeropuerto de la UAQ.

### Preparación de TiO<sub>2</sub>

La síntesis de titania convencional (no mesoporosa) se realizó por medio de un proceso sol-gel en el cual se colocó isopropanol con el precursor de isopropóxido de titanio en una atmósfera de nitrógeno bajo agitación por algunos

minutos, cumplido este tiempo se agregó agua desionizada a la solución y se dejó reaccionar por un día en condiciones normales de presión y temperatura. El sólido fue recuperado por filtración, se lavó, se secó a temperatura ambiente y finalmente se calcinó a 500°C.

### Preparación de TiO<sub>2</sub> mesoporoso (M-TiO<sub>2</sub>)

La obtención del soporte de dióxido de titanio mesoporoso se llevó a cabo mediante un proceso sol-gel, en el cual se disolvió el surfactante Pluronic P123 en agua desionizada a 40°C bajo agitación vigorosa. Por otro lado, se preparó una solución de isopropóxido de titanio y acetilacetona. Esta segunda solución se vertió lentamente en la solución que contenía al surfactante y se dejó reaccionar. El sólido fue recuperado por filtración, se lavó, se secó a temperatura ambiente y se calcinó a 500°C.

### Preparación de los fotocatalizadores

Los fotocatalizadores se prepararon por medio del proceso de depositación por precipitación. Para esto primero se adicionó el soporte (TiO<sub>2</sub> o M-TiO<sub>2</sub>) en un volumen de una solución de H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> o Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> con un pH específico previamente ajustado con NaOH. Esta suspensión se mantuvo a 70°C bajo agitación por varios minutos, posteriormente se realizó un proceso de filtración, lavado, y secado a 110°C.

### Caracterización de los materiales

#### Difracción de Rayos X

Los polvos obtenidos se analizaron con un difractómetro *D8 Advance* de la marca Bruker empleando un voltaje de 20kV para obtener una radiación de rayos X con  $K\alpha = 1.5406 \text{ \AA}$ .

### Resultados

De acuerdo con los difractogramas de rayos X, los fotocatalizadores obtenidos, tanto TiO<sub>2</sub> como M-TiO<sub>2</sub> (Figura 1) presentan una estructura anatasa con buena calidad cristalina como se indica en las reflexiones en  $2\theta = 24.9^\circ, 37.4^\circ, 47.7^\circ, 53.4^\circ, 54.7^\circ, 62.4^\circ$  y  $74.9^\circ$  (PDF-078-2486) correspondientes a los planos (101), (004), (220), (105), (221), (204) y

(215) respectivamente. Así también, se logran apreciar reflexiones más amplias del M-TiO<sub>2</sub> en comparación con el TiO<sub>2</sub> lo que acorde a lo reportado en la literatura sugiere que se logró obtener una estructura mesoporosa.

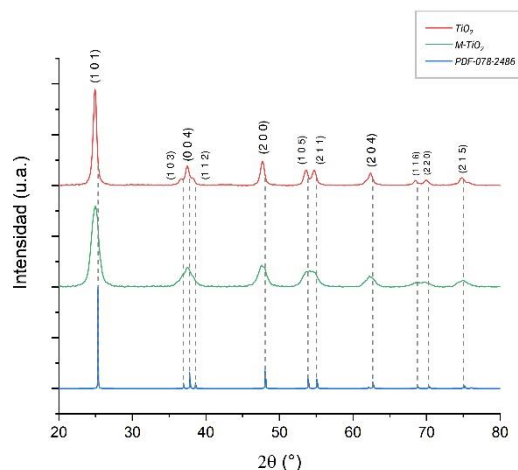


Figura 11: Patrón de XRD para TiO<sub>2</sub> y M-TiO<sub>2</sub>.

Como se muestra en la Figura 12 los catalizadores con oro no muestran reflexiones en las posiciones  $2\theta = 38.1^\circ, 44.2^\circ, 64.6^\circ, 77.5^\circ$  y  $81.4^\circ$  que pertenecen los planos (111), (200), (220), (311) y (222) de oro fcc respectivamente (JCPDS-ICDD-04-0784). De acuerdo a estos resultados obtenidos y al cambio de color de blanco a violeta observado en la muestra (véase Figura 13) cuando se realiza la depositación de las partículas metálicas sobre los soportes de TiO<sub>2</sub> y M-TiO<sub>2</sub> se obtienen partículas altamente dispersas en nuestro material y además muy probablemente con tamaños menores a 5 nm.

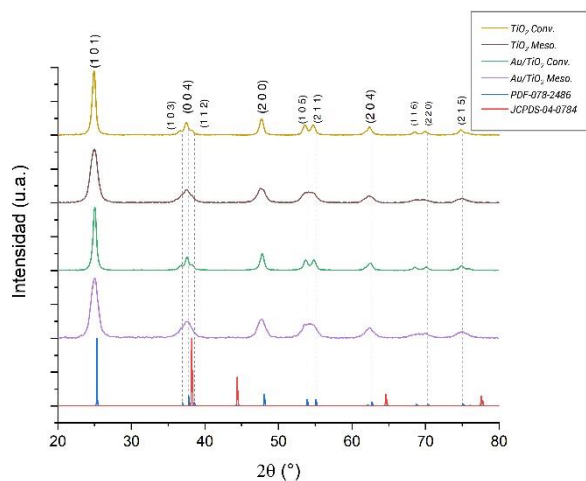


Figura 12: Patrón de XRD de oro soportado en  $\text{TiO}_2$  y  $\text{M-TiO}_2$ .

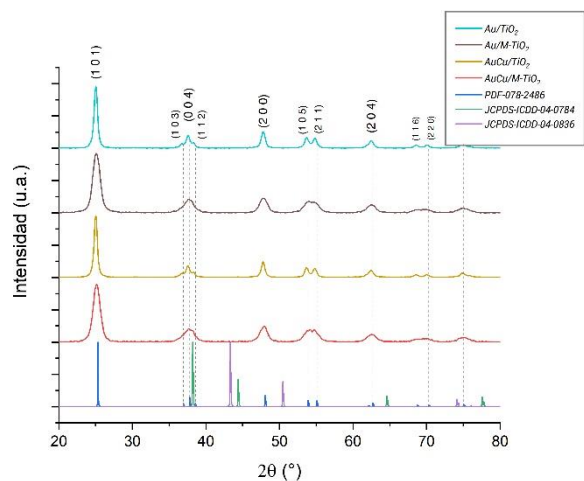


Figura 14: Patrón de XRD de cobre soportado sobre fotocatalizadores de  $\text{Au/TiO}_2$  y  $\text{Au/M-TiO}_2$ .



Figura 13: Fotocatalizadores de  $\text{TiO}_2$  (izquierda) y  $\text{Au/TiO}_2$  (derecha).

Por último, al igual que con el catalizador de oro, los catalizadores de oro-cobre no presentan reflexiones en los lugares correspondientes a  $2\theta = 43.2^\circ$ ,  $50.4^\circ$  y  $74.2^\circ$  que son atribuidos a los planos (100), (200) y (220) respectivamente (JCPDS-ICDD-04-0836). De igual forma que en el caso anterior se presume que estos catalizadores bimetalicos se encuentran altamente dispersos en nuestro material, sin embargo, se desconoce si el cobre se encuentra presente debido a que no se tiene alguna prueba elemental como el cambio de color en el caso de los catalizadores de oro.

## Discusión y conclusiones

Se demostró que el uso de dióxido de titanio puede funcionar como un excelente soporte para la incorporación de partículas metálicas, en este caso metales nobles (Au y Cu), para su posible aplicación en la reducción de la molécula de  $\text{CO}_2$ . De acuerdo a los patrones de rayos X obtenidos se sugiere que se obtuvo una estructura mesoporosa de  $\text{TiO}_2$ , sin embargo, para poder confirmar este dato se requiere un análisis de rayos X a bajos ángulos (SAXS). Se obtuvieron fotocatalizadores con nanopartículas metálicas y bimetalicas altamente dispersos y con un tamaño menor a los 5 nm, en el caso del oro. Para el caso del catalizador de oro-cobre no se puede determinar si se encuentra dentro de la estructura del  $\text{TiO}_2$ , para esto es necesario que se realicen pruebas complementarias con alguna otra técnica de caracterización que nos permita saber con seguridad si este metal se encuentra presente y si fue posible la incorporación de cobre metálico o en alguno de sus óxidos.

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Rufino Nava Mendoza por haberme ayudado en todo momento con los materiales y la síntesis de los materiales propuestos



para este trabajo, así como haber compartido su experiencia y conocimientos en el área de fotocatalisis que me sirvieron de gran ayuda para poder apoyar este proyecto y conocer un poco más de su funcionamiento. Así también agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por haberme aceptado dentro del 18° Verano de la Ciencia.

## Referencias bibliográficas

B. Bonelli, S. Esposito, and F. S. Freyria, "Mesoporous Titania: Synthesis, Properties and Comparison with Non-Porous Titania," in *Titanium Dioxide*, InTech, 2017.

C. Janáky *et al.*, "Electro- and Photoreduction of Carbon Dioxide: The Twain Shall Meet at Copper Oxide/Copper Interfaces," *ACS Energy Lett.*, vol. 1, no. 2, pp. 332–338, Aug. 2016.

C. L. Peza-Ledesma, L. Escamilla-Perea, R. Nava, B. Pawelec, and J. L. G. Fierro, "Supported gold catalysts in SBA-15 modified with TiO<sub>2</sub> for oxidation of carbon monoxide," *Appl. Catal. A Gen.*, vol. 375, no. 1, pp. 37–48, Feb. 2010.

H. Yamashita and H. Li, Eds., *Nanostructured Photocatalysts*. Cham: Springer International Publishing, 2016.

Tefan Neatu, J. A. Maciá-Agulló, P. Concepció, and H. Garcia, "Gold-copper nanoalloys supported on TiO<sub>2</sub> as photocatalysts for CO<sub>2</sub> reduction by water," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 136, no. 45, pp. 15969–15976, 2014.

# Síntesis de materiales nanoestructurados.

Gabriela Guadalupe Ramírez Jiménez.

Dr. Rufino Nava Mendoza  
Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. Coordinador en Maestría en Ciencias (Nanotecnología). Querétaro, Qro. [rufino@uaq.mx](mailto:rufino@uaq.mx)

## Resumen

En esta investigación se sintetizaron dos materiales nanoestructurados mesoporosos: SBA-15 y SBA-16. Estos materiales son utilizados comúnmente como portador de catalizadores, en el área médica para suministro de medicamento y en este reporte se utiliza para la absorción de metales pesados como cadmio y arsénico.

El principal objetivo fue el conocer un proceso de síntesis de un material nanoestructurado, esto quiere decir que en estos materiales el diámetro de sus poros está entre 1-100 nm. El proceso de síntesis fue por sol-gel. Después de la funcionalización de este material se realizaron absorciones a diferentes condiciones para conocer cuál era la más eficiente y capturaba una mayor cantidad del metal pesado.

Como se resultó se obtuvo que para la SBA-15 las mejores condiciones son un pH ácido funcionalizado con una solución del 2% de  $Fe_2O_3$ .

## Abstract

In this investigation two nanostructured mesoporous materials were synthesized: SBA-15 and SBA-16. These materials are commonly used like catalyst carrier, in the medical area for drug delivery and in this report it is used for absorption of heavy metals like cadmium and arsenic.

The main objective was to know the synthesis process of one nanostructured material, these means that the material has pores between 1-100 nm of diameter. The process of synthesis was by sol-gel. After the functionalization of these material absorptions were performed at different conditions to know which was the most efficient and captured a greater amount of heavy metal.

As a result it was obtained that the best conditions for SBA-15 were an acid pH impregnated with the 2%  $Fe_2O_3$  solution.

## Introducción

El mundo ha cambiado, el cambio climático, la extinción de especies y la lluvia ácida, entre otros. Y el humano a pesar de las advertencias no hemos cambiado, mientras la naturaleza realiza compuestos poliméricos sin residuos tóxicos, o procesos contaminantes, nosotros solo los sintetizamos de la manera que sabemos, pero ya sabemos que no es la mejor por lo menos para el planeta.

Es por esto que una de las áreas en la que las nuevas tecnologías se emplean es en el área ambiental.

Los procesos industriales se llevan a cabo por medio de reactivos tóxicos como pueden ser metales pesados, estos a su vez son desechados sin cuidado y cuando se llegan a filtrar en la tierra pueden llegar a pasar las diferentes barreras naturales que filtran el agua hasta los manantiales o el manto acuífero. La cantidad de estos metales trae graves consecuencias a la salud de los humanos y animales, pueden llegar a intoxicar a los seres vivos y hasta causar la muerte. Esta es la importancia de la absorción de estos metales del agua.

Así mismo radica en una problemática ambiental en países en desarrollo el aumento del uso de vehículos debido al aumento de emisión de dióxido de azufre ( $SO_2$ ), el origen de esta problemática se encuentra en que el combustible contiene niveles elevados de azufre por lo que si se logra la disminución de este elemento los beneficios hacia la salud y al medio ambiente aumentarían considerablemente. De ello radica el desarrollo de mejores catalizadores como lo es la hidrodesulfuración (HDS) que es uno de los procesos de mayor relevancia en la industria petrolera para producir combustible con menor cantidad de azufre. Actualmente se está estudiando el uso del SBA-16 debido a su interesante estructura 3D que consiste en mesoporos esféricos ordenados e interconectados, de fácil acceso para moléculas huésped (azufre), lo que

facilita el transporte de la molécula sin la obstrucción de poros.

Se tiene información que la Republica Popular China utiliza como combustible nuclear esencial el uranio liberándose en gran medida en el medio ambiente y por lo tanto en el agua, actualmente se realizan investigaciones con SBA-15 para la remoción de uranio U(VI) de soluciones acuosas y se ha reportado que han tenido resultados prometedores gracias a la alta selectividad del U(VI) por la SBA-15 funcionalizada con aminas.

Otra aplicación de gran relevancia científica en el campo de la medicina es el uso de del SBA-15 con el antígeno HBsAg para la creación de una vacuna oral contra la hepatitis B, en estudios se encontró que el uso de dicho compuesto de sílice unido al antígeno le da la ventaja de llegar al intestino sin que la acidez del medio digestivo la destruya. Obteniendo una respuesta inmunológica excelente en pruebas con animales.

Materiales nanoestructurados poseen propiedades diferentes a las del mismo material, pero sin esta escala. Una de estas propiedades a las cuales se le puede sacar ventaja es su área superficial, esa propiedad aumenta mientras el tamaño de los poros, por ejemplo, en las sílices mesoporosas, disminuye. Esta área superficial puede ser funcionalizada con diferentes compuestos de modo que puedan capturar ciertas moléculas que tengan afinidad con ellas.

En el área médica se utilizan como acarreadores de medicamento y permite que este solo llegue a las células enfermas o dañadas y no cause efectos secundarios en el cuerpo. En el área de energías pueden ser usados como soporte de catalizadores. En biotecnología se ha utilizado como inmovilizador de enzimas y ahora claro en el área ambiental como absorbente de metales pesados.

## Objetivos

- Síntesis y funcionalización de un material con alguna de sus dimensiones en escala nanométrica.
- Aplicación de este material en alguna área ambiental.

- Determinación de alguna propiedad del material obtenido.

## Metodología

### Síntesis SBA-15

Se colocó en un vaso de precipitado 4.8 gramos de Plutonic y mediante agitación utilizando un agitador magnético y se dispersó sobre toda la superficie de la base del vaso de 200 ml mediante agitación, enseguida se agregó 113 mililitros de agua desionizada y se agregó lentamente 75 mililitros de ácido clorhídrico hasta observar la completa disolución del Plutonic, cabe destacar que se monitorizo desde el comienzo de la adición del agua desionizada una temperatura de 30 °C. Una vez que se tenía disuelto el Plutonic se agregó cuidadosamente gota a gota 8 mililitros de TEOS y se dejó en la parrilla de calentamiento a 35 °C durante 24 horas la solución.

Se programó una mufla a la temperatura de 80 °C por aproximadamente 24 horas hasta obtener un gel el cual se sometió a filtración al vacío con 3 lavados con agua desionizada. En seguida se colocan el producto muy parecido a una pasta en una capsula de porcelana y se deja secar a temperatura ambiente. Finalmente, este producto se calcina en la mufla.

### Síntesis SBA-16

Se colocó en un matraz bola 4 gramos de Plutonic y mediante agitación utilizando un agitador magnético, se colocó el matraz en un baño de aceite **Fig. 1** y enseguida se agregó 30 mililitros de agua desionizada y se agregó lentamente 120 mililitros de ácido clorhídrico hasta observar la completa disolución del Plutonic, se monitorizo desde el comienzo de la adición del agua desionizada una temperatura de 30 °C.



Una vez que se tenía disuelto el Plutonic se agregó cuidadosamente gota a gota 13 mililitros de TEOS debido a que es una reacción exotérmica se sacó del baño de aceite hasta observar un descenso de temperatura y se dejó en la parrilla de calentamiento a 80 °C durante 48 horas la solución, se deja enfriar a temperatura ambiente y el gel resultante se sometió a filtración al vacío con 3 lavados con agua desionizada.

Se programó una mufla con una rampa de temperatura para el secado de 2°C por minuto hasta llegar a 110 °C por aproximadamente 18 horas y enseguida se programó para el calcinado con una rampa de temperatura de 1 °C por minuto hasta 500°C por 6 horas.

### Impregnación

La funcionalización se lleva a cabo por medio de la impregnación del material sintetizado en este caso la sílice mesoporosa SBA-15, este material se impregna con soluciones de diferentes concentraciones de  $Fe_2O_3$ .

Se funcionalizaron 2 gr de SBA-15 con 2.5ml de soluciones al 1%, 2%, 3% y 4% de  $Fe_2O_3$ . Esto se realizó de esta manera para probar cual de esos experimentos era el más eficiente en el siguiente paso que serían las absorciones. Finalmente el método usado fue el de llenado de poro, a pesar de que existen otros métodos como el de exceso de solución; el de llenado de poro se estableció por eso el método indicado. Para el caso de la SBA-16 en vez de  $Fe_2O_3$  se utilizó  $NH_2$ .

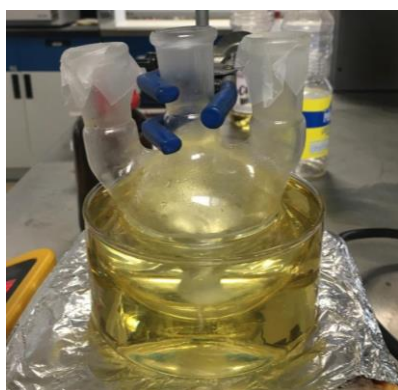


Fig. 2 Impregnación de  $SBA-15/Fe_2O_3$  por medio de llenado de poro.

### Absorción

Después de realizar la funcionalización por llenado de poro, el material se deja secar a temperatura ambiente Fig. 2 y posteriormente se introduce en la mufla para que el compuesto se oxide.

Tabla 1 Factores de los distintos experimentos de absorción dependiendo del material (SBA-15 y SBA-16)

Compuesto	Factores			
	Concentración de la solución de impregnación	Tiempo de absorción	pH	Concentración de la solución del metal pesado (ppm)
SBA15/ $Fe_2O_3$	1%, 2%, 3% y 4%	1 hr	ácido	50 ppm y 5 ppm
	0.2 M, 0.3 M y 0.4 M	1hr, 3 hr, 5 hr	ácido	10 ppm y 100 ppm
SBA-16/ $NH_2$	Concentración de la solución de impregnación	Tiempo de absorción	pH	Concentración de la solución del metal pesado (ppm)
	0.2 M, 0.3 M y 0.4 M	1hr, 3 hr, 5 hr	ácido	10 ppm y 100 ppm

Para realizar la absorción primero se preparan soluciones con 5 ppm, 50ppm y 100ppm con otros factores que varían como puede ser el pH de la solución en la que se hará la absorción o el tiempo de acción. Este último puede ser 1 hr, 3 hr o 5 hrs.

Se colocan la SBA-15 en la solución con cierto contenido del metal pesado (para la SBA-15 es arsénico, As) en agitación magnética por el tiempo determinado para cada experimento. Luego este producto se separa por medio de filtración al vacío y os dos productos: la SBA-15 que absorbió el

metal y el agua ahora purificada se llevan a analizar.

## Resultados

### Síntesis de SBA-15

El gel resultante fue en forma parecido al que se esperaba. El gel suele ser más espeso que el obtenido en la síntesis de la SBA-16. La pasta resultante después de los filtrados se dejó secar a temperatura ambiente **Fig. 3** por aproximadamente una semana debido a la humedad que se presentaba en el ambiente, este proceso suele realizarse en menor tiempo. Finalmente se obtuvo un polvo blanco fino y se calcinó para asegurar que no tiene contaminantes.



Fig. 3 Pasta del material antes de moler en el mortero.

### Síntesis de SBA-16

El gel obtenido después de la agitación por 24 horas, resultó ser más espeso de lo que se esperaba, es por esta razón que el filtrado fue tardado a comparación con el que se realiza normalmente. Después del secado a temperatura ambiente se obtuvo un polvo blanco que a comparación con el obtenido en la SBA-15 este se obtuvo en mayor cantidad. Finalmente se molió con ayuda de un mortero y se obtuvo un polvo fino que se calcino para así asegurar que no estuviera contaminado de algún compuesto orgánico.

Para su caracterización se realizaron pruebas de rayos x de tal forma de conocer sus planos preferenciales y si la calcinación se llevó a cabo de manera correcta.

### Absorción de SBA-15/ $Fe_2O_3$ .

La solución en la que se absorberán los metales pesados es de un color amarillo brillante, el coloreado de esta solución dependerá de la concentración que se tenga para absorber los metales.

Cuando se terminó el experimento se realizó la filtración en la que pudimos observar que la

solución ya no era más amarilla, sino que al separarla por este medio físico resultó una solución transparente y en el papel filtro polvo amarillento.

### Absorción de SBA-15/ $Fe_2O_3$ .

Los colores de la solución con diferentes cantidades de cromo eran de diferentes tonos amarillos. Después de la agitación se podía observar que el color había cambiado y parecía ser un amarillo claro **Fig. 4** y la solución era bastante turbia. Al momento de la separación también se obtenía una solución clara y polvo amarillo.



Fig. 4 En el proceso de filtrado se puede observar la diferencia de color entre la solución (derecha) antes de filtrar y después de filtrar (izquierda)

## Discusión y conclusiones

Funcionalizar la sílice SBA-15 con  $Fe_2O_3$  influye notablemente en la absorción de arsénico a que si solo se utilizara la SBA-15 sin funcionalizar y el realizar las impregnaciones que difieren en cantidad, tiempo y pH nos ayuda a conocer la mejor alternativa para las absorciones de este metal pesado.

La mejor cantidad de  $Fe_2O_3$  que puede ser impregnada a la SBA-15 es del 2% esto en un pH ácido. Por lo que se puede concluir que aún con el aumento de la solución de impregnación no se asegura un aumento en la remoción de metales pesados del agua.

Mientras que la SBA-16 es mejor para atrapar moléculas de Cromo pues la diferencia entre estos dos materiales mesoporosos nanoestructurados radica en el tamaño de poro.

Durante el tiempo de la estancia en el verano de ciencia no se logró realizar alguna prueba de

caracterización del material sintetizado, pues como ya sabemos son procesos generalmente y aún más en vacaciones. Sin embargo, se nos mostraron algunos resultados de caracterizaciones del material realizados por estudiantes del doctorado.

Finalmente quisiera agregar que esta oportunidad generó en mí un gusto por enfocar mi carrera en el área ambiental. Actualmente el humano ha conocido las consecuencias del mal uso de los recursos y es momento de buscar soluciones a los problemas ya generados y uno de ellos es la contaminación de metales pesados del agua. El agua es el recurso más importante que tenemos y algún día ya no quedará más remedio que “limpiar” el agua contaminada pues no habrá otra opción.

Gracias a este verano de ciencia eh enfocado mi tema de tesis y este semestre comencare en el trabajo de ella.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer al Dr. Rufino Nava y a sus estudiantes de doctorado Viviana Palos e Ileri Segura por permitirme trabajar y aprender de sus investigaciones.

Para la carrera que estoy estudiando creo que es relevante el área de oportunidad que nos ofrece la institución de la UAQ al realizar investigación. Sin esta parte no habría descubrimientos tecnológicos que luego sean escalados para su introducción en industrias. Es por esto que quiero agradecer a la institución de la UAQ por permitirme realizar esta estancia de investigación.

## **Bibliografía**

M. O. Alonso Pérez, “Desarrollo de catalizadores de NiMoW/Ti-SBA-16 y su aplicación en remoción de azufre en la HDS de DBT” Octubre, 2015. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Disponible en <https://posgrado-mcia.umich.mx/tesis/2014/2014-1718.pdf> [Consultado 2019]

New method to reduce uranium concentration in contaminated water. (2019) Disponible en [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2019-03/ws-nmt031419.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2019-03/ws-nmt031419.php) [Consultado en 2019]

Global Market News 24. International Mesoporous Silica Market Opportunities 2019 by Product Types – MCM-41, SBA-15 (2019) Disponible en <http://globalmarketnews24.com/40556/international-mesoporous-silica-market-opportunities-2019-by-product-types-mcm-41-sba-15/> [Consultado en 2019]

Páginas web:

# Efectos del bisfenol-a en el proceso de diferenciación de adipocitos.

Hernández Puga Ana Gabriela, Guerrero Meza Manuel Fernando, Ramírez Novoa Getsemaní Natalia.

Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de medicina: Universidad Autónoma de Querétaro, México. Teléfono: +52 (442) 1921200, ext: 6240. Dirección: Clavel 200, Col. Prados de la Capilla, Querétaro, Qro. C. P. 76170; México. ana.gabriela.hernandez@uaq.mx

## Resumen

El plástico es usado diariamente por los humanos, se ha convertido en el material preferido de las industrias, el bisfenol-A (BPA) es uno de los componentes en la fabricación de plástico, se ha comprobado que BPA es un disruptor endocrino actuando de manera antagónica sobre los receptores de estrógeno y hormonas tiroideas, también se ha demostrado que es un compuesto obesogénico. El objetivo del presente proyecto es determinar el efecto biológico del BPA sobre la regulación de genes tironino-dependientes durante el proceso de diferenciación de adipocitos. Se utilizó como modelo experimental células 3T3-L1, estas células se trataron con diferentes dosis de BPA 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10  $\mu\text{M}$ , las cuales fueron añadidas en el medio de cultivo a 24, 48 y 72h, durante el proceso de diferenciación de los pre-adipocitos. Después del proceso de diferenciación se extrajo el RNA de cada una de las muestras y se realizaron 2 electroforesis, debido al corto tiempo de la estancia al momento de terminar aún no se tenían resultados concluyentes sobre el papel del bisfenol-A en el proceso de diferenciación de adipocitos.

## Abstract

Plastic is used daily by humans, it has become the preferred material of the industries, bisphenol-A (BPA) is one of the components in the manufacture of plastic, it has been proven that BPA is an

endocrine disruptor acting in a manner Antagonistic about estrogen and thyroid hormone receptors, it has also been shown to be an obesogenic compound. The objective of this project is to determine the biological effect of BPA on the regulation of thyroid-dependent genes during the adipocyte differentiation process. 3T3-L1 cells were used as an experimental model, these cells were treated with different doses of BPA 0.001, 0.01, 0.1, 1 and 10  $\mu\text{M}$ , which were added in the culture medium at 24-48 and 72h, during the differentiation process of pre-adipocytes.

After the differentiation process, the RNA was extracted from each of the samples and 2 electrophoresis were performed, due to the short time of the intership I dont have conclusive results on the role of bisphenol A in the differentiation process of adiposites

**Palabras clave:** *Bisfenol A, Adipocitos, Regulación genética, Genes tironino-dependientes, diferenciación, hormonas tiroideas.*

**Key words:** *Bisphenol A, Adipocytes, Genetic regulation, Thyroid-dependent genes, differentiation, thyroid hormones.*

## Introducción.

El plástico se ha convertido en uno de los materiales más usados, esto debido a que presenta características como alta resistencia y bajo costo, lo que lo convierte en uno de los materiales preferidos en la industria, es utilizado para empacar comida y bebidas, es el material del que están hechos la mayoría de los recipientes de uso diario.

El bisfenol-A (BPA) es uno de los materiales utilizados para la fabricación de plástico, es un compuesto orgánico conformado por 2 anillos fenólicos conectados por un puente metilo, con dos grupos metilos unidos al puente. (Kang, 2006)

El BPA fue sintetizado por primera vez en 1891 pero no fue hasta mediados de 1930 cuando el investigador británico Edward Charles Dodds identificó las propiedades estrogénicas de este compuesto. En 1957 se descubrió que al polimerizar BPA se obtenía un material de alta resistencia, al cual llamaron

policarbonato, y fue así como este material comenzó a sustituir metal y vidrio en el mercado. (Vogel, 2009)

El BPA es uno de los compuestos más utilizados en la industria por lo que los humanos están expuestos diariamente a él siendo la mayor exposición a través de los alimentos, debido a que el BPA es uno de los componentes principales de los recubrimientos internos de las latas y se ha descrito que una cantidad considerable de BPA puede migrar de la lata a la comida o bebida. (Bertoli, 2015)

La liberación de BPA en el alimento dependerá de la temperatura de almacenamiento y si existe algún daño interno presente en las latas, se ha observado que la migración de BPA a una temperatura de almacenamiento de 35-47°C es de 3 a 10 veces mayor que a una temperatura de 25°C y el daño interno en la lata aumenta el porcentaje de migración en un 30-40%. Y en un proceso de esterilización la migración puede ser del 80-100%. (Bertoli, 2015)

El BPA es un disruptor endocrino, con la capacidad de unirse a los receptores de estrógeno (ER), y actuar como antagonista de los receptores al competir con 17-beta estradiol bloqueando la respuesta estrogénica. También posee afinidad por los receptores de hormonas tiroideas (TR) y esto tiene efectos directos sobre la función tiroidea. (Rochester, 2013)

Estudios muestran que el BPA en concentraciones entre 100 nM y 1µM actúa como antagonista de la hormona tiroidea triyodotironina (T3) en células humanas TSA 201, BPA recluta al co-represor nuclear del receptor de la T3, esto suprime la activación de la transcripción de genes regulados por la hormona T3. (Welshons, 2006)

La dosis de BPA que se considera aceptable es de 50 µg/kg de peso al día. (Rubin, 2019)

A pesar de que se ha demostrado que la afinidad de BPA a los ER es de 10,000-100,000 veces menor que la del estradiol, en estudios recientes se ha estudiado el mecanismo molecular de acción del compuesto y se han descubierto distintas rutas por las cuales BPA induce la respuesta celular incluso a muy bajas concentraciones (20 µg/kg de peso al día) (Vandenberg, 2007). Por ejemplo, se ha

demostrado que a una concentración de 1pM el BPA tiene la capacidad de incrementar la velocidad de entrada de calcio en células tumorales pituitarias de ratón, la entrada de calcio a la célula a su vez desencadena la liberación de prolactina. (Welshons, 2006)

Diversos estudios en animales han mostrado que el BPA está involucrado en el desarrollo de distintas alteraciones del sistema nervioso, tracto reproductivo, incidencia al cáncer y en algunas enfermedades metabólicas como diabetes tipo 2 y obesidad. (García, 2014)

En este sentido el BPA es considerado un compuesto obesogénico, pues estudios empleando células HepG2 han demostrado que el BPA influye de manera directa en la acumulación de lípidos, esto a bajas concentraciones de BPA ( $10^{-4}$ - $10^{-12}$ M), este almacenamiento de lípidos se ve favorecido mediante la producción de especies reactivas de oxígeno en la mitocondria de células HepG2 lo que conduce a un estrés oxidativo y a un estado pro inflamatorio en la célula con la secreción de IL8 y TNF- $\alpha$ . (Huc, 2012)

## Objetivo

El objetivo del presente proyecto es determinar el efecto biológico del BPA sobre la regulación de genes tiroideo-dependientes durante el proceso de diferenciación de adipocitos.

## Metodología

### Modelo experimental

Células 3T3-L1 (Fibroblastos de ratón, ATCC CL-173).

### Diseño experimental

Las células 3T3-L1 se trataron con diferentes dosis de BPA 0.001, 0.01, 0.1, 1 y 10 µM, estas fueron añadidas en el medio de cultivo a 24, 48 y 72h, durante el proceso de diferenciación de los pre-adipocitos.

Se utilizaron 30 cajas petri de 60mm, las cajas se marcaron de acuerdo a la concentración de BPA que iba a ser añadida (0.001, 0.01, 0.1, 1, 10 µM) y el número de horas a las cuáles serían expuestos al compuesto (24, 48 y 72 horas), cada concentración y hora se hizo por duplicado.



### **Condiciones de cultivo celular**

Los fibroblastos de ratón fueron sembrados en una caja Petri de cultivo de 100mm, con medio DMEM (Dulbecco modified Eagles minimal essential médium), 10% suero fetal bovino y 1% anti-anti (Antibiótico-anti fúngico) y fueron incubadas a 37°C, 95% humedad y 5% CO<sub>2</sub>. El cambio de medio de cultivo se realizó cada 48h y las células fueron observadas diariamente al microscopio óptico para determinar su viabilidad (presencia, morfología y fijación).

### **Proliferación de células 3T3-L1**

Para promover la proliferación celular de los fibroblastos 3T3-L1 las células fueron sembradas en nuevas cajas de cultivo al alcanzar una confluencia del 70%, como se indica a continuación: se retiró el medio de cultivo y se agregaron 6 mL de tripsina/caja y se incubó a 37°C por 10 minutos. Se recolectó el medio de cultivo en tubos de 1.5 mL y se centrifugaron a 2500 rpm por 5 minutos a temperatura ambiente.

Posteriormente, el sobrenadante fue retirado y el pellet que contenía las células fue re suspendido con medio DMEM. Se colocaron los fibroblastos 3T3-L1 en cuatro cajas petri de cultivo de 100mm, se incubaron bajo las mismas condiciones (37°C, 95% humedad y 5% CO<sub>2</sub>; cambio de medio cada 48h). Cuando las cajas alcanzaron una alta confluencia (60-70%) se realizó el mismo procedimiento para la re-siembra pero en este caso las células fueron colocadas en tubos falcón de 15 mL y centrifugadas a 2500 rpm por cinco minutos a temperatura ambiente. Se removió el sobrenadante y las células fueron re suspendidas en medio DMEM. Se colocaron 50 µl de solución celular en cada caja.

Las células fueron sembradas en 30 cajas petri de cultivo de 60mm (Ver Diseño experimental) e incubadas a 37°C, 95% humedad y 5% CO<sub>2</sub>; realizando el cambio de medio de cultivo bajo las mismas condiciones descritas previamente.

### **Diferenciación celular.**

Para inducir la diferenciación de los fibroblastos 3T3-L1 hacia adipocitos, las células fueron cultivadas en medio de diferenciación que contenía insulina (10mg/ml), IBMX (50 mg) y dexametasona

; así como la concentración correspondiente de BPA o vehículo.

Estas se incubaron bajo las mismas condiciones anteriormente mencionadas y se hizo el cambio de medio de diferenciación a medio DMEM libre de BPA en las horas correspondientes a cada caja (24, 28, 72 h). Se incubaron por 15 días.

### **Extracción de RNA**

Se llevó a cabo la extracción de RNA de las muestras con el método de Trizol /Cloroformo y se re suspendieron en agua libre de nucleasas.

### **Determinación de pureza, concentración e integridad.**

Para la determinación de pureza e integridad del RNA extraído se utilizó el equipo NanoDrop, el cual nos arrojó los resultados pertinentes de concentración y relaciones de absorbancia los cuales se muestran en la tabla 2.

Se realizó la electroforesis del RNA extraído para comprobar la integridad de las diversas muestras con gel de agarosa 1.5%, buffer TBE 0.5X, 90V por 20 minutos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta electroforesis se eligieron 5 muestras al azar (3A, 3B, 3C, 4C, 5C) para realizar una segunda electroforesis, en esta electroforesis se incluyeron además de las muestras elegidas 2 muestras basales 1nM y otras 5 muestras correspondientes a experimentos relacionados con el papel del BPA en las células, la concentración y tiempo de tratamiento se muestran a continuación en la tabla 1.

### **Tabla 1: Muestras de experimentos alternos.**

### **Resultados y Discusión**

Las células 3T3-L1 crecieron de manera adecuada siguiendo la metodología previamente descrita, no se presentaron signos de contaminación.

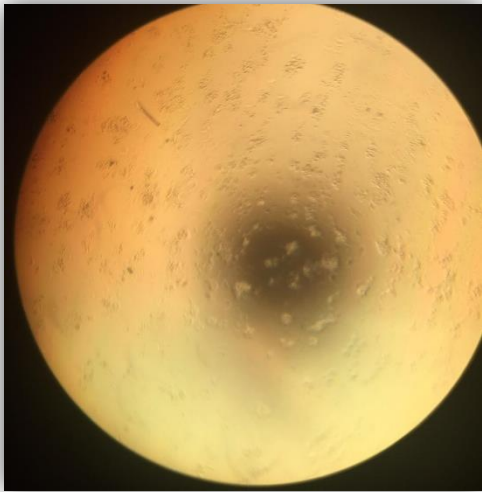


Figura 1: Células 3T3-L1 en medio DMEM , objetivo 10X.

Después de cambiar el medio DMEM por medio de diferenciación se esperaba que aproximadamente el 80% de las células se diferenciara en un lapso de 4-5 días , esto no fue así , se obtuvo el porcentaje deseado de diferenciación hasta después de 15 días , esto debido a que la calidad de la insulina utilizada era baja y se ha demostrado que la insulina es una hormona indispensable para la diferenciación de pre adipocitos , la insulina es la encargada de iniciar la cascada de señalización para la activación del gen adipogénico ,sin la activación de este gen , no hay diferenciación .(Han ,2017)

Figura 2: Adipocitos con tratamiento 0.001µM BPA 24 horas (derecha), Adipocitos con tratamiento 10 µM 24 horas (izquierda). Objetivo 10X

Muestra	Tratamiento	Duración del tratamiento	Objetivo 10X
1	Basal 1nm	6 días	
2	BPA 1nm	6 días	
3	BPA 1nm	2 semanas	
4	Basal 1nm	2 semanas	
5	ETOH 1nm	2 semanas	
6	BPA	Indefinido	
7	BPA	Indefinido	

La pureza y concentración correspondiente al RNA obtenido en la extracción de las muestras se obtuvo

gracias al equipo NanoDrop estos datos se agruparon en la siguiente tabla.

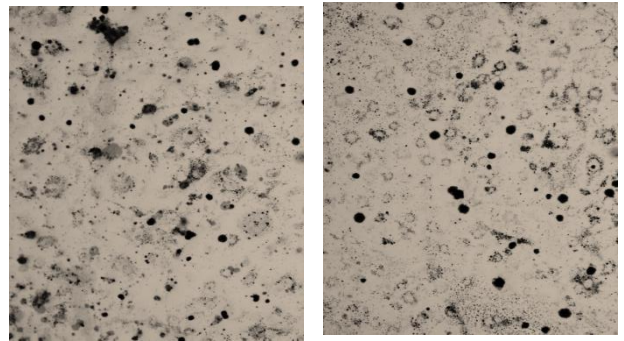


Tabla 2: Concentración de RNA y relaciones de absorbancia.

Muestra	[BPA] µM	Horas de tratamiento	[RNA] µg/ml	Relación absorbancia 260/230	Relación absorbancia 260/280
1 A	0.001	24	75.92	0.26	1.702
1 B	0.001	48	176.281	0.264	1.141
1 C	0.001	72	79.6	0.32	1.725
2 A	0.01	24	466.684	1.415	1.962
2 B	0.01	48	237.362	1.028	1.92
2 C	0.01	72	365.723	0.923	1.807
3 A	0.1	24	517.765	0.659	1.798
3 B	0.1	48	543.405	0.843	1.931
3 C	0.1	72	650	1.385	1.883
4 A	1	24	416.124	1.345	1.943
4 B	1	48	257.362	1.303	1.907
4 C	1	72	508.325	1.023	1.924
5 A	10	24	588.685	0.711	1.814
5 B	10	48	381.043	1.065	1.939
5 C	10	72	462.404	0.66	1.886

Se obtuvo resultados variados tanto de concentración como de pureza de cada una de las muestras, lo que nos indica una falla en la técnica de extracción, se tiene que analizar el protocolo y la forma de llevarse a cabo.

Al correr la electroforesis de estas 15 pruebas se obtuvo lo siguiente:



Figura 3: Gel de electroforesis de las muestras obtenidas en la extracción.

Esta imagen nos muestra la integridad de cada una de las extracciones, como se puede observar solo hay 10 bandas, 8 de ellas muy visibles (2A, 2B, 2C, 3C, 4A, 4B, 4C, 5A) y 2 casi imperceptibles (5C, 3B).

La ausencia de banda nos indica una degradación del material genético.

Esta degradación se pudo dar durante la extracción o durante la manipulación del RNA para electroforesis.

Se procedió a la segunda electroforesis, en esta ocasión se utilizaron 5 muestras (3A, 3B, 3C, 4C, 5C), para determinar si la degradación se dio por la manipulación al prepararse para la electroforesis o desde antes a la par se corrieron también las muestras de la tabla 1 y una escalera de 1000pb.

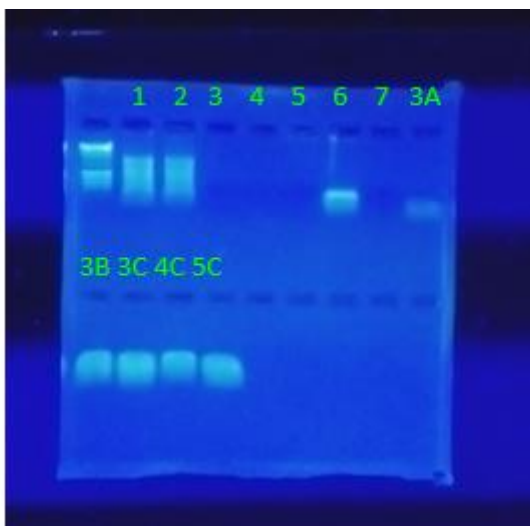


Figura 3: Gel de electroforesis muestras (3A,3B,3C,4C, 5C) y muestras de la tabla 1.

Como se observa en la imagen están presentes las bandas de las muestras 3A, 3B, 3C, 4C y 5C por lo que se comprueba que la degradación se dio por mal manejo de la muestra.

El siguiente paso es la síntesis de cDNA a partir del RNA extraído.

### Conclusión.

El proyecto va por buen camino pero aún hay mucho por hacer, debido al corto tiempo de la estancia no me fue posible obtener resultados más concluyentes de los efectos del bisfenol-a en el proceso de diferenciación de adipocitos.

### Agradecimientos

A la doctora Ana Gabriela Hernández Puga por la oportunidad que me dio de incluirme en su proyecto, al médico Fernando Manuel Guerrero Meza por ayuda y enseñanza y a la Universidad Autónoma de Querétaro por la facilidad del uso de las instalaciones.

### Bibliografía

- Bertoli, S., Leone, A., & Battezzati, A. (2015). Human Bisphenol A Exposure and the "Diabetes Phenotype". Dose-response : a publication of International Hormesis Society, 13(3), 1559325815599173. doi:10.1177/1559325815599173
- García-Arevalo, M., Alonso-Magdalena, P., Rebelo Dos Santos, J., Quesada, I., Carneiro, E. M., & Nadal, A. (2014). Exposure to bisphenol-A during pregnancy partially mimics the effects of a high-fat diet altering glucose homeostasis and gene expression in adult male mice. PloS one, 9(6), e100214. doi:10.1371/journal.pone.0100214
- Han, H., Wei, W., Chu, W., Liu, K., Tian, Y., Jiang, Z., & Chen, J. (2017). Muscle Conditional Medium Reduces Intramuscular Adipocyte Differentiation and Lipid Accumulation through Regulating Insulin Signaling. International journal of molecular sciences, 18(8), 1799. doi:10.3390/ijms18081799
- Huc, L., Lemarié, A., Guéraud, F., & Héliers-Toussaint, C. (2012). Low concentrations of bisphenol A induce lipid accumulation mediated by the production of reactive oxygen species in the mitochondria of HepG2 cells. Toxicology in Vitro, 26(5), 709–717. doi:10.1016/j.tiv.2012.03.017
- Kang, J.-H., Kondo, F., & Katayama, Y. (2006). Human exposure to bisphenol A. Toxicology, 226(2-3), 79–89. doi:10.1016/j.tox.2006.06.009

- Rochester, J. R. (2013). Bisphenol A and human health: A review of the literature. *Reproductive Toxicology*, 42, 132–155. doi:10.1016/j.reprotox.2013.08.008
- Rubin, B. S., Schaeberle, C. M., & Soto, A. M. (2019). The Case for BPA as an Obesogen: Contributors to the Controversy. *Frontiers in endocrinology*, 10, 30. doi:10.3389/fendo.2019.00030
- Vandenberg, L. N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., & Welshons, W. V. (2007). Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reproductive Toxicology*, 24(2), 139–177. doi:10.1016/j.reprotox.2007.07.010
- Vogel S. A. (2009). The politics of plastics: the making and unmaking of bisphenol a "safety". *American journal of public health*, 99 Suppl 3(Suppl 3), S559–S566. doi:10.2105/AJPH.2008.159228
- Welshons, W. V., Nagel, S. C., & vom Saal, F. S. (2006). Large Effects from Small Exposures. III. Endocrine Mechanisms Mediating Effects of Bisphenol A at Levels of Human Exposure. *Endocrinology*, 147(6), s56–s69. doi:10.1210/en.2005-1159

# Escuchando al Universo: una Antena Satelital como Radiotelescopio Casero

Naela Berenice Razo López, Julieta Díaz Azúa,  
Rocío Salas Medina, Kevin Uriel Solís Becerril,  
Aldrin Meliton Cervantes Contreras

## Resumen

Este proyecto consistió en llevar a cabo la implementación de una antena parabólica satelital de plato para su uso didáctico y práctico como radiotelescopio con el fin de su uso didáctico y práctico por la comunidad universitaria en un futuro. Se construyó y ensambló una montura alt-azimutal y se diseñaron circuitos para el control del movimiento automático y limpieza de la señal adquirida. Se escribieron algoritmos para la limpieza y análisis de datos. De igual manera, se programó una interfaz gráfica capaz de comunicarse con los sensores, motores y bases de datos para controlar y visualizar los datos adquiridos por la antena en tiempo real.

**Palabras Clave:** radio, telescopio, astronomía, antena, satelital, dish.

## Abstract

This project consisted on carrying out the implementation of a satellite antenna dish for its use as a radio telescope with the aim of its didactical and practical use by the university's community in the future. An alt-azimuth mount was built and circuits were designed to allow the control and its automatic movement as well as to clean the acquired signal. Algorithms for the cleaning and analysis of data were written, similarly, a graphical user interface capable of communicating with sensors, motors and databases

was programmed to control and visualize the data acquired by the antenna in real time.

**Key Words:** radio, telescope, astronomy, antenna, satellite, dish.

## Introducción

Desde sus inicios, la humanidad siempre se ha preguntado sobre el origen, evolución y funcionamiento del Universo dentro del que existe. La astronomía es una tradición milenaria, pues ha sido usada por la humanidad desde sus inicios, no sólo como una manera para tratar explicar el lugar que ocupa en el Universo, como ya se mencionó, sino también como herramienta para llevar el registro del tiempo (temporadas, épocas y estaciones) [3].

Vivimos en una era dominada por la tecnología, por lo que acercar demostraciones de cómo funcionan algunos de los instrumentos con los que hoy en día se estudia el Universo a la población y a la comunidad estudiantil es de suma importancia si se quiere y busca informar y crear consciencia en la sociedad sobre la importancia de la ciencia y, más aún, de la investigación como herramienta para la adquisición de nuevos conocimientos y desarrollo de nuevas tecnologías. Además, la astronomía es una ciencia multidisciplinaria, cuyo estudio requiere del desarrollo en diferentes áreas (muy diversas), haciendo del proyecto de desarrollo de telescopios prototipo (o a escala) la herramienta ideal para la práctica, fortalecimiento y aprendizaje de diversas e incluso nuevas habilidades para los estudiantes [1].

## Radioastronomía

Con el desarrollo de nuevas tecnologías, hemos sido capaces de estudiar nuestro Universo desde diferentes "puntos de vista". En astronomía, esto se refiere al estudio de nuestro Universo desde diferentes longitudes de onda (Rayos-X, Infrarrojo, Visible, Radio y demás).

La radioastronomía es el estudio de la emisión de radio natural de fuentes celestes. El rango de

radiofrecuencias o longitudes de onda está definido por la opacidad atmosférica y por el ruido cuántico en amplificadores coherentes. Juntos colocan el límite entre la radio y la astronomía de infrarrojo lejano con frecuencia. La banda de radio es muy amplia logarítmicamente: abarca las cinco décadas entre 10 MHz y 1 THz en el extremo de baja frecuencia del espectro electromagnético [4]. Casi todo emite ondas de radio en algún nivel, a través de una amplia variedad de mecanismos de emisión. Pocas fuentes de radio astronómicas están oscurecidas porque las ondas de radio pueden penetrar nubes de polvo interestelar y capas de gas neutro de espesor Compton. Debido a que sólo se puede observar óptico y radio desde el suelo, los radioastrónomos pioneros tuvieron la primera oportunidad de explorar un "universo paralelo" que contiene nuevos objetos inesperados como radiogalaxias, quásares y púlsares, además de fuentes muy frías como las nubes moleculares interestelares y la radiación de fondo cósmico de microondas del Big Bang mismo [7].

En comparación con la astronomía óptica, que es sensible al universo caliente, los radiotelescopios son capaces de sondear el universo frío. Con la radioastronomía, se pueden estudiar fenómenos astronómicos que a menudo son invisibles u ocultos en otras partes del espectro electromagnético [5].

### Radiotelescopios

La construcción de un radio telescopio implica la participación de varias áreas tanto científicas como tecnológicas (astronomía, mecánica, computación, telecomunicaciones, etc.), lo que hace de este proyecto un poderoso y atractivo recurso didáctico y práctico [1].

El principio de operación de un radiotelescopio consiste en dos componentes básicos: una antena para captar las ondas de radio y un receptor para convertir dichas ondas a una señal eléctrica. El estilo más reconocido es la antena parabólica [6].

Las ondas de radio llegando de los astros inciden sobre el plato reflector, este, debido a su forma parabólica, enfoca las ondas en un punto central

llamado el foco. Las impedancias de la antena, la línea de transmisión y la entrada al receptor deben estar acopladas convenientemente para minimizar las pérdidas. La antena produce un cierto filtrado de las frecuencias, pero es generalmente el receptor el que determina el ancho de banda espectral del radiotelescopio. En el receptor, las oscilaciones electromagnéticas son filtradas, amplificadas varios órdenes de magnitud y, finalmente, medidas a su salida [1].

Entre más grande sea la antena del radiotelescopio y más sensible sea el receptor, mayor será su capacidad para captar la máxima energía posible ya que las señales provenientes del espacio se muestran débiles debido a la distancia que deben recorrer y a las diversas capas de medio interestelar, planetario y atmósfera [4].

El tamaño de la antena no sólo está motivado por esto, sino, además, por la necesidad de mantener la resolución de las fuentes en unos parámetros aceptables [6]. La resolución de un telescopio es la capacidad que este tiene para separar dos objetos en una imagen, esto es, la distancia angular que debe haber entre dos estrellas próximas.

La resolución de un telescopio o un radiotelescopio tiene un límite determinado por el efecto de la difracción, el proceso de obtención de la imagen se dice que está limitado por la difracción, cuando el primer mínimo de la imagen de un punto de luz coincide con el máximo del siguiente, y que se ajusta a la siguiente fórmula: siendo  $\theta$  el ángulo que define la resolución, donde  $\lambda$  es la longitud de onda y  $D$  es el diámetro del colector [5]. Esto es, cuanto más pequeña sea la relación  $\lambda / D$ , menor será el ángulo  $\theta$  y por tanto mayor resolución tendrá el telescopio.

Otro criterio a tener en cuenta es la perfección (precisión) de la superficie de la antena. Dicha superficie debe presentar una perfección frente a irregularidades o desviaciones de la forma como mínimo del orden de las longitudes de onda con las que se quiere trabajar, y en su preferencia menor que una décima parte de éstas [7]. En el caso de los radiotelescopios, el hecho de trabajar con

longitudes de onda grandes, juega a favor en este aspecto.

## Objetivos

General: llevar a cabo la implementación de una antena satelital para su uso en radioastronomía, a través del uso de la electrónica y programación, para su uso didáctico y práctico por parte de la comunidad universitaria.

### Específicos:

- Adquirir conocimiento sobre la teoría (radiotelescopios, radioastronomía, astronomía general, electrónica, circuitos y programación) a través de la lectura para su aplicación en el proyecto.
- Diseñar, construir y ensamblar una montura alt-azimutal para una antena satelital de plato, adquiriendo las piezas en centros de corte láser para el movimiento controlado de la antena, de tal manera que sólo se necesiten controlar 2 ángulos (ejes).
- Diseñar la disposición de los circuitos mediante software para la optimización de espacio.
- Programar los componentes electrónicos para responder a comandos simples a través de Arduino que permitan el control del movimiento en ambos ejes.
- Diseñar una interfaz gráfica con Processing para establecer comunicación entre la electrónica y un computador de tal manera que un usuario cualquiera pueda controlar la antena y visualizar las señales captadas.
- Escribir algoritmos para el análisis de los datos obtenidos utilizando Python para la fácil visualización en interpretación de las observaciones en la etapa de post-procesamiento.

## Metodología

### Material:

- 1 Antena parabólica satelital
- 1 LNB sencillo
- 2 Motores a pasos NEMA-17
- 2 Poleas para banda dentada
- 8m Banda dentada gt-2mm
- 2 Controladores DRV8825
- 1 Buscador Satelital Analógico
- 5m Cable coaxial con salidas BNC
- 1 Fuente con al menos 3 salidas de 12V
- 1 Acelerómetro Adxl345 Gy-291
- 1 Ads1115 16 Bits
- 1 Lector De Memorias Sd H95
- 1 Arduino (Nano/Mega/UNO)
- 1 Bandeja Giratoria
- Cables de cobre y duponts
- Círculos de madera de diferentes tamaños y espesores
- Computadoras

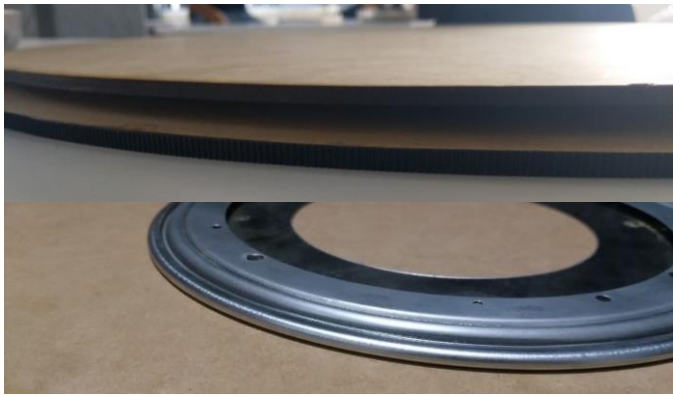
### Procedimiento:

1. Limpiar y pulir la antena comercial para eliminar las imperfecciones más notorias y significativas.
2. Pintar la antena de un color claro que ayude a reflejar una mayor cantidad de luz y recubra la superficie como protección.
3. Ensamblar la antena parabólica.



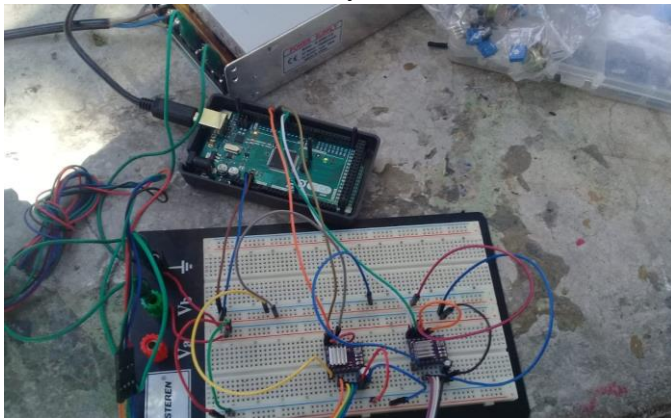
**Figura 1:** Antena tipo offset para banda KU de 60 cm de diámetro con un LNB sencillo.

4. Llevar a cabo la construcción de la montura alt-azimutal utilizando círculos de madera, bandas dentadas y una bandeja giratoria.



**Figura 2:** Bandeja giratoria y círculos de madera adquiridos, cortados con láser, uno de ellos con banda dentada pegada en su orilla.

5. Programación y armado de los circuitos para el control de los motores y sensores.



**Figura 3:** Circuito para el control de los motores a pasos.

6. Conectar el LNB al buscador satelital por medio del cable coaxial y alimentar utilizando la fuente.



**Figura 4:** Buscador satelital con los cables del zumbador desconectados, para medir la diferencia de voltaje.

7. Programar la interfaz de tal manera que mida la diferencia de voltaje en la salida del buscador satelital (conectando el Ads1115 con el circuito LNB-Buscador Satelital mejorando

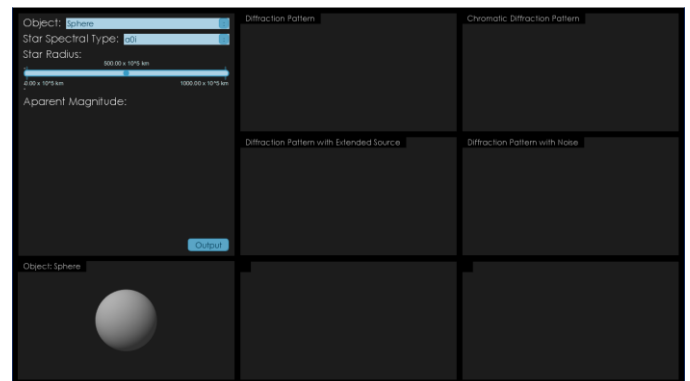
así la precisión de los datos) para la visualización de datos.

8. Configurar el lector de tarjeta SD para que la información se almacene ahí directamente.
9. Conectar la interfaz con la base de datos de Stellarium para la utilización de las coordenadas de los cuerpos celestes y el posicionamiento de la antena.
10. Escribir algoritmos para el análisis y limpieza de los datos obtenidos, para datos en dos dimensiones (imágenes) y curvas de luz.

## Resultados

### Interfaz

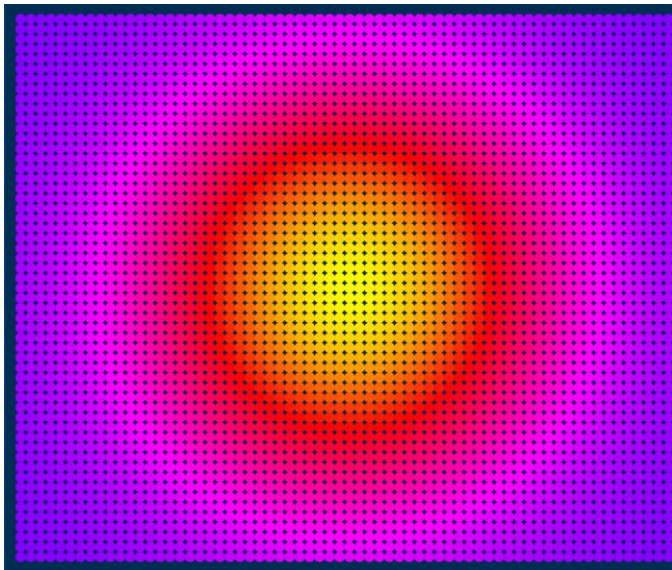
Utilizando Processing, se creó una interfaz capaz de comunicarse con Arduino para el control de los motores y sensores conectados a esta tarjeta. El programa usa la base de datos de Stellarium para obtener las posiciones del cuerpos celeste seleccionado y, en base a esto, ordenarles a los motores cuánto deben moverse, además de mostrar en los recuadros los datos que se están midiendo en tiempo real.



**Figura 5:** Interfaz gráfica la el control de los ángulo, guardado de resultados y

A continuación, se muestra una imagen formada utilizando como ejemplo la medición de una fuente puntual perfecta (enteramente gaussiana) en la interfaz gráfica. Esta imagen se forma al tomar intensidad en cada punto del espacio barrido por el radio telescopio.



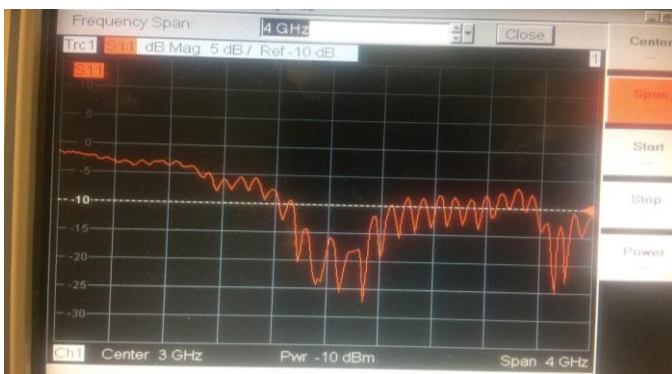


**Figura 6:** Imagen formada por una fuente puntual (gaussiana) vista en la interfaz gráfica.

Estos son datos muestra, tomando en cuenta la precisión del movimiento del radiotelescopio. El sol y la luna, por ejemplo, deberían verse cercanos a esto.

### Caracterización

Caracterización de la antena haciendo un barrido de frecuencias, antes de que el plato fuera “pulido”, limpiado y pintado de color blanco. La siguiente imagen nos muestra la absorción de ciertas frecuencias por la antena, las irregularidades son debidas a imperfecciones en la superficie del plato.

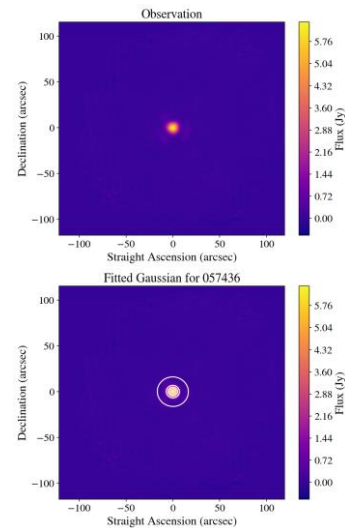


**Figura 7:** Curva de caracterización de la antena al barrer un rango de frecuencias.

### Análisis de Datos

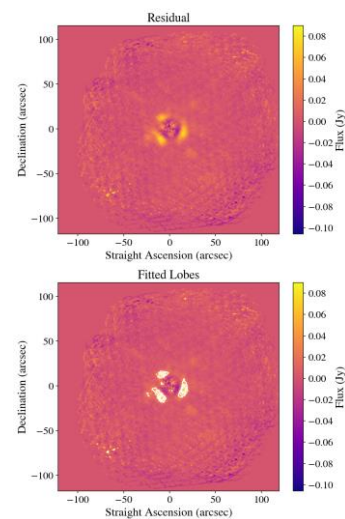
Los motores pueden moverse ambos a la vez con una precisión de aproximadamente 2'. Aunque lo

más preciso es realizar un barrido sistemático de columnas y filas, existen opciones que economizan el tiempo de muestreo para adquirir la “imagen” (2D) de un objeto en radio. Estas opciones son hacer oscilar los motores con diferentes configuraciones, para generar un movimiento oscilatorio forzado generando figuras de Lissajous que barren el espacio del cielo con menor exactitud, pero mayor eficacia.



**Figura 8:** Observación de una fuente puntual con un patrón de Lissajous.

Para llevar a cabo la limpieza de imágenes, es necesario eliminar el ruido causado por fuentes exteriores, es por esto que es importante que la instrumentación electrónica sea lo suficientemente buena como para ser un buen primer filtro.



**Figura 9:** Observación limpia con los lóbulos causados por la reflexión en el plato.

Las figuras anteriores muestran un simple ejemplo del análisis de datos llevado a cabo con una observación hecha con el patrón oscilatorio en los motores. Al restar la gaussiana a la observación realizada, el patrón de Lissajous se vuelve obvio y los lóbulos pueden ser detectados para proceder a limpiar la imagen.

## Discusión y Conclusiones

La radioastronomía es una rama importante de la astronomía actual, ya que continúa abriendo las puertas para el estudio de fenómenos no visibles en el universo. Una antena satelital, aunque pequeña y aparentemente simple, puede ser utilizada como una fuerte herramienta para la docencia y la práctica de habilidades de estudiantes, así como para hacer investigación sencilla.

La antena implementada, aunque una buena aproximación a un radiotelescopio, carece de precisión y de buena resolución, por lo que sólo algunos cuerpos celestes pueden ser estudiados con ella. Además, al preferir la portabilidad y maniobrabilidad de la antena, se deben comprometer forzosamente la calidad y resolución de los datos obtenidos.

Pruebas verdaderas aún faltan por llevarse a cabo, pues encontramos dificultades para llevar la antena al exterior debido al tamaño y peso de las fuentes necesarias para alimentar el sistema completo. Fijar los circuitos a uno o varios PCBs también sería una gran mejora pues aseguraría, hasta cierto punto, la preservación de la electrónica a pesar del movimiento.

Como trabajo a futuro se tiene la intención de incluir al montaje una pantalla LCD touch propia y un Raspberry Pi para el funcionamiento completamente autónomo del sistema. Ya que, aunque la interfaz fue diseñada para correr en sistemas Linux y Windows cualquiera (ya se encuentra compilado) sería quizás conveniente poder deshacerse de esas conexiones extras, además de que la funcionalidad, portabilidad y utilidad aumentarían demasiado al ser un sistema totalmente integral.

## Agradecimientos

Agradecemos profundamente al programa de Verano Científico de la Universidad Autónoma de Querétaro por seleccionarnos como participantes, al Dr. Aldrin Cervantes Contreras por aceptarnos como sus alumnos durante el verano, así como al Dr. Stan Kurtz (IRyA), al Dr. Alejandro Aragón Zavala (ITESM) y al Dr. Abraham Luna (INAOE), los investigadores en el área de radioastronomía, por su apoyo con el material y diagramas necesarios para llevar a cabo este proyecto.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Luna, A., Domínguez, G., Colombres, S., & Garista, G. (2013). "Manual de Construcción de un Radiotelescopio en la Banda de 12ghz para Usos Docentes". Puebla, México: Coordinación de Astrofísica, INAOE. Consultado en: <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/892/1/LunaCA1.pdf>
- [2] Nespral, G. (2018). "Tiny Radio Telescope". Consultado el 16 de junio de 2018, en: [hackaday.io/project/161556-tiny-radio-telescope](http://hackaday.io/project/161556-tiny-radio-telescope)
- [3] UNESCO. (2016). "El Derecho a los Cielos Oscuros / The Right for Dark Skies". Ciudad de México, México. En: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246131\\_m0ul](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246131_m0ul)
- [4] Condon, J., & Ransom, S. (2016). "Essential Radio Astronomy". Consultado el 8 de julio de 2019, from <https://science.nrao.edu/opportunities/courses/era>
- [5] B. F. Burke and F. Graham-Smith (1997). "An Introduction to Radio Astronomy". Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- [6] James J. Condon, et al. (2016). "Essential Radio Astronomy". Princeton University Press, Princeton, US.
- [7] J.S. Hey. (1973). "The Evolution of Radio Astronomy". Neale Watson Academic.

# Despliegue de máquinas virtuales en un cliente ligero controlado mediante identificación de radio frecuencia utilizando el protocolo SPICE y GTK.

[1] Octavio Rodríguez García, [2] José Martín Carrillo Morales, [3] Jaime Rodrigo González Rodríguez, [4] Roberto Cruz Lozano [5] Sandra Luz Canchola Magdaleno.<sup>2</sup>

## RESUMEN

Día con día el uso de tecnologías basadas en la nube ha ido en incremento, ya que los beneficios otorgados como lo son la seguridad, redundancia, centralización de servicios, y acceso global, han propiciado la preferencia por el tipo de tecnologías SAS (Software as a Service).

Otro tipo de tecnologías que han ganado auge en estos últimos años, han sido los clusters de máquinas virtuales, los cuales permiten el uso de diversos SO, con el fin interactuar de una forma más flexible entre múltiples servicios y aplicaciones.

---

<sup>2</sup>Octavio Rodríguez García, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. 442 431 6071; [erodriguez35@alumnos.uaq.mx](mailto:erodriguez35@alumnos.uaq.mx)

José Martín Carrillo Morales Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. 442 338 9139; [jose.carrillo@jozzz128.com](mailto:jose.carrillo@jozzz128.com)

Jaime Rodrigo González Rodríguez, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. (81) 8022 4790; [jrodrigogr98@gmail.com](mailto:jrodrigogr98@gmail.com)

Roberto Cruz Lozano, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. 4492318698; [robertocruzlozano97@hotmail.com](mailto:robertocruzlozano97@hotmail.com)  
Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno, Universidad Autónoma de Querétaro, Av. de las Ciencias sin número Campus Juriquilla, Juriquilla, Querétaro, Qro. C.P. 76230 México Tel. (442) 1-92-12-00 ext. 5958; [sandra.canchola@uaq.mx](mailto:sandra.canchola@uaq.mx)

La tecnología de máquina virtual (VM) se ha convertido recientemente en un elemento esencial de los centros de datos modernos, principalmente debido a sus capacidades de aislamiento, consolidación y migración de la carga de trabajo.

En este artículo se explica cómo se realizó una mezcla entre la tecnología de la nube y las máquinas virtuales, con el fin de aprovechar de una forma más demandante los recursos de un servidor que dispone de múltiples GPUs a diferencia de otros servicios que implementan tecnología basada en la nube. A su vez se proporciona un fácil acceso remoto a un cluster de máquinas virtuales dentro de un servidor distribuido a través de una interfaz gráfica básica e intuitiva para el usuario. Este sistema es seguro, ya que hace uso de llaves públicas y privadas (RSA) para hacer el intercambio de datos. Y además gracias al protocolo SPICE, permite el acceso a diferentes SO de forma veloz y eficiente.

Gracias al uso de servidores distribuidos, el usuario tiene a su disposición el poder cambiar entre máquinas virtuales con distintos SO conservando su información, y permitiéndole acceder y modificar desde cualquier distribución en uso. Y a su vez, el hecho de trabajar sobre un cluster de máquinas virtuales permite alterar sus recursos conforme estas se vuelven más o menos demandantes.

## ABSTRACT

Day by day the use of cloud-based technologies has been increasing, since the benefits granted such as security, redundancy, centralization of services, and global access, have led to the preference for the type of SAS technologies (Software as a service).

Another type of technologies that have gained boom in recent years, have been the virtual machines clusters, which allow the use of various OS, with the purpose of having a more flexible interaction between multiple services and applications.

Virtual machine technology (VM) has recently become an essential element of modern data

centers, mainly due to its isolation, consolidation and workload migration capabilities.

This article explains how we made a mix between cloud technology and virtual machines, in order to use the resources of a server with multiple GPUs in a more demanding way, unlike other services that implement cloud-based technology. In turn, easy remote access to a virtual machines cluster is provided within a distributed server through a basic and intuitive graphical user interface. This system is safe, since it makes use of public and private keys (RSA) to exchange data. And also thanks to the SPICE protocol, it allows access to different OSs quickly and efficiently.

Thanks to the use of distributed servers, the user gets the option of switching between virtual machines with different OS preserving their information, and allowing them to access and modify it from any distribution in use. And in turn, the fact of working on a virtual machines cluster allows to alter its resources according to its more or less demanding turns.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día hacemos uso de sistemas y aplicaciones en las que diariamente ingresamos información a través de internet.

Las computadoras modernas se encuentran entre las estructuras de ingeniería humana más avanzadas, y su uso sólo es posible debido a nuestra capacidad para gestionar la extrema complejidad. Los niveles de abstracción están organizados en una jerarquía, con niveles más bajos implementados en hardware, y los niveles más altos en software. La clave para poder gestionar la complejidad en los sistemas informáticos es su división en niveles de abstracción separados por interfaces bien definidas.

Una máquina es una combinación del sistema operativo y aquellas partes del hardware accesibles a través de instrucciones binarias a nivel de usuario. La virtualización nos provee de una forma

de reducir las limitaciones anteriores y a su vez incrementar la flexibilidad.

Cuando un sistema (o subsistema), e.j., un procesador, una memoria, o algún otro dispositivo es virtualizado, su interfaz y todos los recursos visibles a través de esta, son mapeados virtualmente junto con los recursos del sistema que lo están actualmente implementando.

Consecuentemente, el sistema real es transformado, para que aparente ser un sistema virtual diferente, o incluso un grupo de múltiples sistemas virtuales diferentes. Formalmente la virtualización involucra la construcción de un isomorfismo que mapea un sistema invitado virtual a un host real (Popek y Goldberg 1974).

El concepto de virtualización puede ser aplicado no solo a subsistemas como lo son los discos, sino también a una máquina entera. Una máquina virtual es implementada añadiendo una capa de software a una máquina real para poder soportar la arquitectura deseada de la máquina virtual.

## OBJETIVOS

Crear un prototipo de cliente ligero que permita la interacción con máquinas virtuales remotas añadiendo recursos de GPU y gestionando su control con el uso de tarjetas de radio frecuencia. Para lograrlo es necesario cumplir con un conjunto de objetivos más específicos:

- Buscar un framework para desplegar máquinas virtuales.
- Implementar el framework en el servidor del laboratorio de cómputo paralelo de la facultad de informática.
- Generar un almacenamiento compartido entre máquinas virtuales.
- Crear un programa que lea y autentifique a los usuarios que usen identificación de radiofrecuencia.

- Crear base de datos con la información de los usuarios.
- Crear una interfaz gráfica para el despliegue de la máquina virtual.

## MÉTODOS Y MATERIALES

oVirt es una solución de virtualización distribuida de código abierto, diseñada para administrar el hipervisor KVM, se instaló el framework en el servidor Centzon que se encuentra en el “Laboratorio de Cómputo Paralelo” de la “Facultad de Informática” de la Universidad Autónoma de Querétaro” esto nos permitió desplegar máquinas virtuales con una interfaz de administración sencilla de usar. También oVirt nos ofrece una API que se puede usar con requests de Http y Https, las cuales nos va a permitir encender y apagar máquinas virtuales desde cualquier cliente que le haga la petición. Se instaló CentOS 7 Minimal 1810 y seguimos las instrucciones de la página web oficial de oVirt: [https://ovirt.org/documentation/install-guide/Installation\\_Guide.html](https://ovirt.org/documentation/install-guide/Installation_Guide.html)

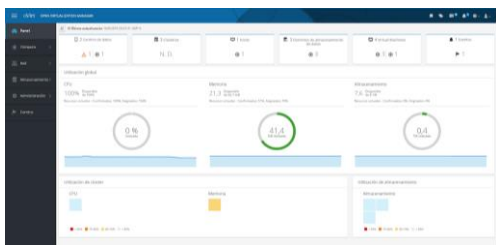


Fig. 1. oVirt y su consola de administración en Centzon. Elaboración propia.

Nuestro siguiente reto es lograr que se pueda compartir datos entre máquinas virtuales para así ofrecer al usuario una experiencia de uso más fluida cuando el usuario cambie entre sistemas operativos.

Active Directory(AD) es una tecnología que combina varios protocolos como DNS, SAMBA, LDAP, Kerberos y DHCP que facilita la gestión de equipo y de usuarios en un solo lugar. En el servidor Huitzilopochtli se configuró este servicio, esto facilita que el usuario pueda iniciar sesión en

cualquier máquina virtual sin importar en qué sistema operativo esté entrando.

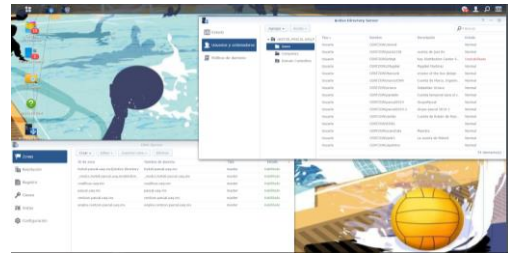
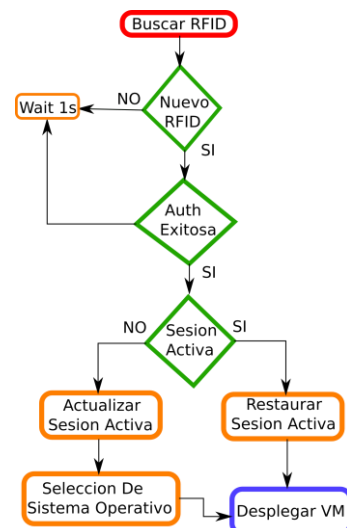


Figura 2. oVirt y su consola de administración en Centzon. Elaboración propia.

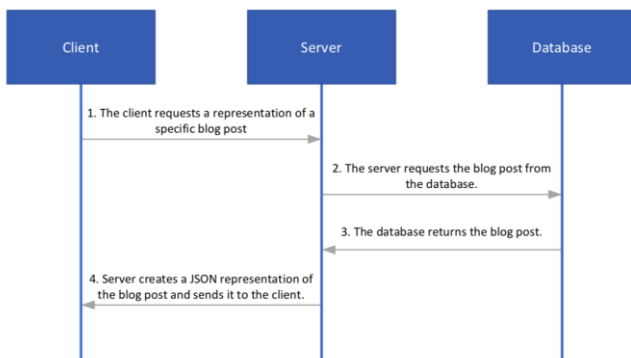
Nuestro siguiente objetivo es empezar a crear el prototipo de cliente ligero, para poder leer las tarjetas de radiofrecuencia, conseguimos el módulo de MFRC522 y lo conectamos a un Raspberry Pi 3B+. Usamos la biblioteca de BCM2835, esta es una biblioteca C para Raspberry Pi (RPi). Proporciona acceso a GPIO y otras funciones de E / S en el chip Broadcom BCM 2835, como se usa en RaspberryPi, lo que permite el acceso a los pines GPIO en el enchufe IDE de 26 pines en la placa RPi para que pueda controlar e interactuar con varios dispositivos externos. Esta biblioteca proporciona funciones para leer entradas digitales y configurar salidas digitales por lo que la usaremos para acceder al módulo de MFRC522 y para poder identificar las tarjetas de radiofrecuencia se creó una clase en C++ que facilita la conexión con el módulo y consigue el ID de la tarjeta asíncronamente. Al momento de instanciar la clase, se manda a ejecutar un hilo el cual ejecuta un ciclo que busca RFIDs disponibles e intente identificar.



**Figura 3.** Flujo del hilo atendiendo peticiones de las tarjetas de RFID. Elaboración propia.

Ya creado el programa para leer las tarjetas de radiofrecuencia es necesario crear una base de datos que almacene los datos de los usuarios y los vincule a un ID de la tarjeta de radiofrecuencia. Para lograr esto vamos a usar una DB estructurada como MySQL que se encargará de analizar y almacenar las peticiones solicitadas por el usuario.

Del lado del servidor vamos a crear un servicio REST (“REpresentational State Transfer”) que será el que responda las peticiones del cliente y las consulte en la base de datos, de esta forma reducimos el tamaño de los datos enviados.



**Figura 4.** Modelo del servicio REST. LITTLE BOOK ON REST SERVICES by Kenneth Lange.

Para el despliegue de la interfaz gráfica se hizo uso del kit de herramientas de GTK, específicamente haciendo uso de la librería GTKmm (librería para el uso de gtk en c++), así como el uso de la herramienta para desarrollo de interfaces en GTK+ GLADE. Utilizando la interfaz de desarrollo de glade se generó el XML de cuatro vistas principales para la interfaz:

1. La pantalla principal con instrucciones de uso.
2. La pantalla de lectura para los sensores de radiofrecuencia.
3. La pantalla de autenticación.
4. El menú de selección de sistema operativo.

La pantalla principal es la ventana que se muestra en caso de que ningún usuario esté utilizando el

equipo en ese momento, ya que, esta posee instrucciones para su correcta identificación, con el fin de ayudar al usuario a entender el uso básico del sistema. Cuenta con la instrucción sobre el uso de los sensores de radiofrecuencia en el sistema, una imagen, la cual, es el logo del proyecto, y un botón de ayuda, para mostrar las acciones que se pueden realizar dentro del sistema.



**Figura 5.** A la espera de RFID. Elaboración propia.

La pantalla de lectura para los sensores de radiofrecuencia es la encargada de notificar al usuario, mediante una instrucción en la parte superior de la interfaz, de que el sensor está en uso, siendo decodificado por el sistema, con el fin de realizar una búsqueda y verificación en la base de datos, para comprobar si el ID del sensor se encuentra registrado, de lo contrario el sistema notifica al usuario que el ID del sensor no se encuentra registrado, por lo que regresa a la pantalla principal ya que no se realizó un login adecuado.



**Figura 6.** Realizando peticiones al servidor REST. Elaboración propia.

La pantalla de autenticación se encarga de solicitar al usuario (una vez encontrado el ID de su sensor en la base de datos de usuarios registrados) que ingrese una contraseña previamente establecida, con el fin de verificar que es realmente la persona asignada la que está tratando de ingresar en el sistema. Posteriormente en caso de ingresar incorrectamente la contraseña, el sistema se bloquea, impidiendo que el usuario pueda volver a ingresar la contraseña por los próximos sesenta segundos. Posteriormente, al usuario se le permite

volver a ingresar la contraseña una vez más, y en caso de volver a introducir una clave incorrecta, el sistema se bloquea por otros sesenta segundos, repitiendo este proceso hasta que el usuario logre colocar la contraseña correcta para poder ingresar al menú de selección de SOs, o retire el sensor, lo que lo devolverá a la pantalla principal.



Figura 7. Ingresando la clave de autenticación. Elaboración propia.

Una vez autenticado el usuario, este tendrá acceso a la interfaz de selección de SOs, esta le permitirá elegir tres opciones de sistemas operativos diferentes, los cuales al ser seleccionados mandaran una petición a través del protocolo SPICE, el cual devolverá un conjunto de pixeles que a continuación se verán desplegados en pantalla, mostrando de esta forma, el estado actual de la GUI del SO instalado en la máquina virtual, permitiendo reanudar las tareas efectuadas en el último momento en el que fue consultada. en caso de retirar el sensor, automáticamente se congelara la máquina virtual, regresando al usuario a la pantalla principal.



Figura 8. Selección de sistema operativo. Elaboración propia.

## Materiales

Para elaborar de manera adecuada el proyecto que se realizó durante el verano, se usaron:

1. Servidor Coatlicue (@coatlicue.uaq.mx):
  - a. Intel® Xeon® CPU E5-2630 v3 @ 2.40GHz 32 núcleos
  - b. 64 GB de RAM DDR4
  - c. NVIDIA, una GeForce GTX 1080 y Tesla K40c

- d. Sistema Operativo CentOS 7
- e. 2 TB de almacenamiento
2. Servidor Huitzilopochtli (Synology NAS DS1817) (@huitzil.pascal.uaq.mx):
  - a. Tipos de unidades de almacenamiento admitidas: Unidad de disco duro, SSD.
  - b. Interfaz de unidad de almacenamiento: M.2, SATA.
  - c. Tamaño de la unidad de almacenamiento: 2.5/3.5".
  - d. Frecuencia del procesador: 2,4 GHz.
  - e. Familia de procesador: Intel® Atom™.
3. Raspberry Pi 3B+:
  - a. Tipos de unidades de almacenamiento admitidas: Micro SD 16GB.
  - b. Memoria: 1GB.
  - c. Frecuencia del procesador: 1.4GHz.
  - d. Familia de procesador: ARMv8 64-bit.

## RESULTADOS

Conseguimos combinar la interfaz gráfica con el programa que se encarga de analizar las tarjetas de radiofrecuencia, se pudo conectar el programa con el servidor REST y realizar una petición de despliegue de máquina virtual, faltan crear funciones para que restauren la sesión previa del usuario, como también crear un log de las máquinas virtuales usadas por los usuarios. Tuvimos problemas al hacer que el programa funcione durante un rato, ya que se desincroniza la información con el hilo que analiza las tarjetas de radiofrecuencia.



**Figura 9.** Video donde se muestra la combinación del módulo MFRC522 con GTK. Elaboración propia.  
<https://youtu.be/f11-B2eAcFk>

## **CONCLUSIONES**

Este cliente prototipo de cliente ligero parece ser funcional, se desarrollo con lenguajes C, C++ y se sospecha que una parte de la visualización de la máquina virtual puede acelerarse con CUDA-C. Buscamos en un futuro poder probar esta teoría. También tenemos que buscar una forma más específica de poder cambiar los atributos de la ventana usando diferentes hilos sin que haya problemas de desincronización.

## **AGRADECIMIENTOS**

Sin la Dra. Sandra Luz Canchola no sería posible este proyecto, muchas gracias de corazón maestra!

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Virtual Machines by James E. Smith, Ravi Nair. ISBN:1-55860-910-5
- The Little Book on REST Services by Kenneth Lange.  
<https://www.kennethlange.com/books/The-Little-Book-on-REST-Services.pdf>
- Sanders, J., & Kandrot, E. (2010). CUDA by Example. Review Literature And Arts Of The Americas.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1010880108/-/DCSupplemental.www.pnas.org/cgi/>



# Evaluación de nanofibras de carbón para el desarrollo de un biosensor de glucosa.

X. Uribe Jiménez<sup>1</sup>, R. Escalona<sup>1</sup>, J. Ledezma<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro 76010. xadani.uribe@gmail.com

\* Correspondencia: janet.ledesma@uaq.mx; Tel.: +52-442-192-12-00 (ext. 65411)

## Resumen

A lo largo de este trabajo se realizó una síntesis de nanofibras de carbono (NFC) para evaluar sus propiedades conductoras como un biosensor enzimático. Se realizaron diversos electrodos como blanco y funcionalizados con Polipirrol (PPY), para al final comparar con electrodos comerciales de papel Toray. Después de realizar pruebas electroquímicas se demostró que el polipirrol ayuda como agente de transferencia de electrones de manera efectiva.

**Palabras Clave** Glucosa Oxidasa, Electrodo, Enzima, Biosensor, Área superficial.

## Abstract.

Throughout this work, a synthesis of carbon nanofibers (NFC) was used to evaluate the conductive properties as an enzymatic biosensor. There were made some blank electrodes and other ones functionalized by polypyrrole (PPY), so at the end we can compare them with commercial Toray carbon paper. After some electrochemical tests we demonstrate that PPY helps as an electron transfer agent in an effective way.

**Key Words** Glucose Oxidase, Electrode, Enzyme, Biosensor, Surface area.

## Introducción

Un biosensor es una herramienta analítica usada para la detección cualitativa y cuantitativa de un analito. Baghayeri et al. (2017)

En la actualidad muchos de los dispositivos electrónicos requieren de fuentes de energía externas lo que limita su aplicación en la vida real. Los biosensores generalmente son definidos como transductores que obtienen su energía de una entidad biológica como lo podrían ser las proteínas, ácido nucleico, organelos, entre otros, lo que ha permitido vencer las limitaciones energéticas del uso de una batería externa; en este caso el dispositivo proporciona la energía utilizada para el biorreconocimiento. P (2015)

Los biosensores más sencillos se basan en la detección del sustrato de una enzima actuando como combustible para su mismo funcionamiento, estos biosensores permiten la generación de energía proporcional a la concentración de analito. Baghayeri et al. (2017)

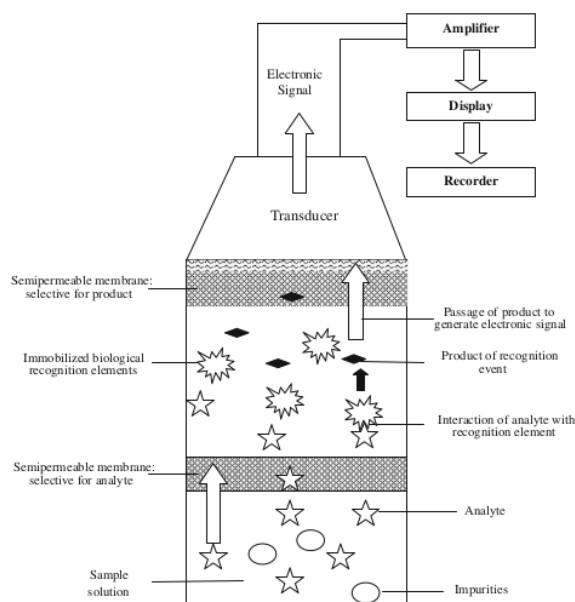


Figura 1. Esquema general del funcionamiento de un biosensor.

Los sensores amperométricos se basan en la medida de la intensidad de corriente resultante de

la oxidación o reducción de la superficie electroactiva de un electrodo al que se lo ha sometido a un potencial constante. Singh et al. (2013)

La caracterización básica de las especies redox y de los transductores electroquímicos puede llevarse a cabo mediante la técnica electroquímica de voltamperometría cíclica.

La voltamperometría cíclica consiste en variar linealmente con el tiempo el potencial aplicado al electrodo de trabajo, realizando un barrido desde un potencial inicial hasta un potencial determinado, y seguidamente invertir la dirección de barrido en el sentido contrario hasta llegar al potencial de partida. Weiner et al. (2015)

Las celdas de combustible enzimáticas y los biosensores enzimáticos utilizan enzimas oxidoreductasas para impulsar la oxidación de los combustibles en el bioánodo y / o la reducción de oxidantes en el biocátodo. Abbaspour et al. (2015)

De forma general, la inmovilización se refiere al hecho de limitar o retardar el movimiento. La enzima inmovilizada es aquella que está confinada en un espacio definido, que retiene su actividad catalítica y puede ser reutilizada de forma continua. Los componentes principales de un sistema de inmovilización enzimático son la enzima, la matriz o soporte y el método de fijación. Como consecuencia de la inmovilización enzimática, algunas de sus propiedades como la actividad catalítica o la estabilidad térmica llegan a ser alteradas, sin embargo puede conservar su funcionalidad durante varios ciclos. Cedillo et al. (2014)

Es el método de adsorción es el más simple de inmovilización, se basa en enlaces débiles aunque tiene cierta eficiencia en los procesos. Intervienen fuerzas de Van der Waals, interacciones iónicas e hidrofóbicas y puentes de hidrógeno.

La técnica de atrapamiento, consiste en la inclusión de la enzima por unión covalente o no, dentro de geles o fibras.

La inmovilización por unión covalente, se basa en el entrecruzamiento de la enzima y el material del soporte produciendo un enlace fuerte y estable.

La encapsulación es un proceso mediante el cual

sustancias bioactivas se introducen en una matriz para impedir que se pierdan, para protegerlas de la reacción con otros compuestos, o para frenar reacciones de oxidación a causa de la luz o del oxígeno.

El tipo de inmovilización cross-linking consiste en la formación de una gran estructura tridimensional compleja entre las mismas moléculas de la enzima por medios físicos o químicos. Por lo general en los métodos químicos se forman enlaces de unión covalente empleando ciertos agentes como el glutaraldehído, ácido dicarboxílico o tolueno disocianato. Por métodos físicos se utilizan agentes floculantes como poliaminas, polietilenamina, sulfonatos de poliestireno y fosfatos. Cedillo et al. (2014)

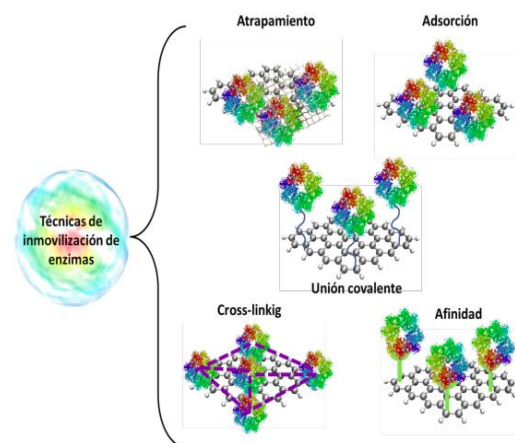


Figura 2: Mecanismos de transferencia de electrones entre el electrodo y el sitio activo de la enzima inmovilizada.

El uso de un diseño DET permite facilitar la miniaturización debido a que no se necesitan membranas ni compartimentos en celdas de combustible. La orientación de la enzima y la conectividad de electrones son de gran importancia en la transferencia directa de electrones. Muchas enzimas redox tienen sus sitios catalíticos enterrados profundamente dentro de la matriz proteica, que actúa para aislar el sitio redox y eventualmente evitará la DET. Abbaspour et al. (2015)

El otro mecanismo de transferencia de electrones se llama transferencia de electrones mediada (MET), utiliza transbordadores de electrones o mediadores de transferencia de electrones. Los

mediadores de transferencia de electrones son portadores de electrones que absorben electrones y los liberan en una ubicación diferente. Los mediadores son pequeñas moléculas redox activas con una excelente cinética de transferencia de electrones que sirven como un donador / aceptor de electrones intermitente entre la enzima y la superficie del electrodo. Abbaspour et al. (2015)

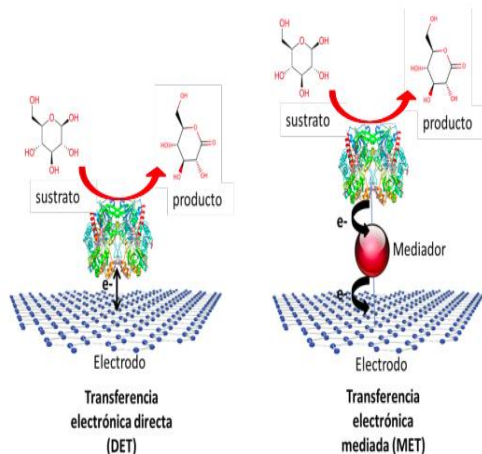


Figura 3: Mecanismos de transferencia de electrones entre el electrodo y el sitio activo de la enzima inmovilizada.

En este trabajo nos centramos en la detección y cuantificación de glucosa en solución para su debido análisis y control mediante un electrodo desechable con la enzima glucosa oxidasa inmovilizada sobre nanofibras de carbono funcionalizadas con polipirrol.

## Objetivo General

Desarrollar un biosensor mediante la implementación de electrodos desechables, utilizando la enzima glucosa oxidasa inmovilizada sobre nanofibras de carbono funcionalizadas con polipirrol para su uso potencial como celda de combustible.

## Metodología

Para comenzar se utilizaron tres tipos diferentes de sustratos, el primero fue un papel de carbon Toray, el cual es comercial y sirve para comparar nuestros electrodos de nanofibras de carbono, el segundo sustrato fue precisamente las nanofibras de

carbono utilizadas como blanco y finalmente nuestro tercer sustrato fueron las nanofibras de carbono modificadas con polipirrol.

Para los tres tipos de electrodos a utilizar es necesario que un lado de ellos sea hidrofóbico y el otro hidrofílico, para que así al momento de depositar nuestra enzima ésta permanezca en medio líquido y pueda inmovilizarse de manera efectiva.



Figura 4: Depositos de NFC sobre papel filtro

El primer paso es preparar nuestras nanofibras para su deposición y posterior prensado, esto para poder alcanzar una superficie lo mas lisa y homogénea posible; una parte de las NFC fueron diluidas en etanol para así mejorar su manejo y producción, mientras que la otra parte fue funcionalizada con polipirrol, posteriormente éstas fueron depositadas sobre papel filtro, el cual nos servira de base de prensado para nuestras nanofibras, el diámetro del depósito no es muy importante, pues los electrodos a utilizar fueron cortados de este tratando de que su área superficial sobre la parte hidrofílica fuera de  $\pm 0.25\text{mm}^2$ , así mismo se utilizo un cable de cobre para facilitar su conexión.

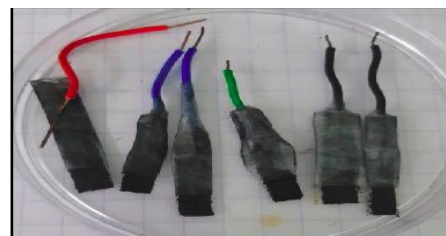


Figura 5: Electrodos de NFC sobre un polímero hidrofóbico.

Una vez que ya tenemos los electrodos listos procedemos a preparar la enzima GOx para su debida inmovilización, para ello vamos a utilizar el FC-PLL como un agente cross-linking, además de GA como agente estabilizante, todo esto

resuspendido en un medio de MeOH y Buffer PBS 7.4 , todo esto se realiza para poder tener una mejor inmovilización, sin la probabilidad de que se desnaturalice la enzima o se tapen los centros activos; una vez tenemos preparada nuestra enzima la depositamos sobre los electrodos y vamos a dejar que se sequen durante 24 hrs, al finalizar este tiempo notaremos que la superficie aspera de los electrodos cambio a una superficie lisa y brillante.

Una vez tengamos nuestros electrodos depositados procederemos a hacerle dos tipos de caracterizaciones electroquímicas, una voltamperometría cíclica y una amperometría; éstas caracterizaciones son realizadas mediante el mismo sistema, el cual es un arreglo de tres electrodos, siendo el electrodo de trabajo nuestro sensor de glucosa, el contraelectrodo seria una barra de grafito y el electrodo de referencia es un electrodo de Ag-AgCl todos sumergidos en un electrolito soporte, en este caso fue Buffer PBS pH 7.4; la diferencia de estas dos técnicas reside en que la VC hace un barrido de potenciales y detecta la corriente generada en ellos a una cierta concentración específica de glucosa, mientras tanto la Amperometría se basa en ir cambiando la concentración de nuestro electrolito soporte para así generar una reacción de oxidación y poder medir la corriente generada en un determinado tiempo.

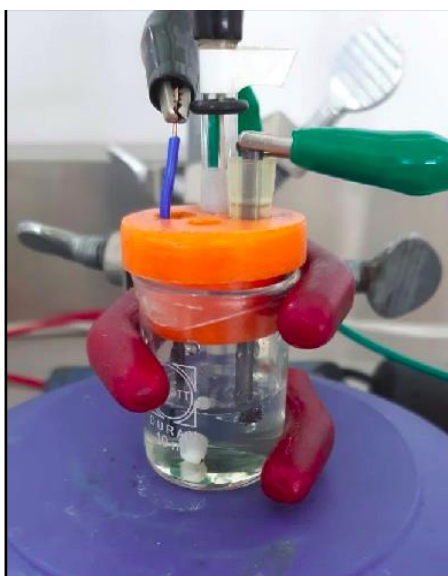


Figura 6: Sistema de tres electrodos Grafito-Contraelectrodo, Ag-AgCl-Electrodo de referencia, NFC-FC-PLL-GOx-Electrodo de trabajo.

## Resultados

Al realizar las pruebas con nuestro electrodo de toray y nuestros electrodos de NFC/NFC-PPY pudimos observar un claro incremento de la conducción de la corriente por parte de las nanofibras, los picos característicos de la oxidación de la glucosa aparecen en ambos tipos de electrodos, sin embargo podemos observar claramente como es que en los electrodos de NFC y NFC-PPY éste pico oxidativo se desplaza hacia un potencial mayor dando lugar a una curva catalítica mucho mayor. Así mismo las diferencias entre nuestros electrodos de nanofibras tambien son visibles a simple vista, observando 2 curvas casi idénticas pero apreciando que el electrodo de NFC-PPY nos genera una mayor corriente al mismo potencial aplicado que un electrodo de NFC.

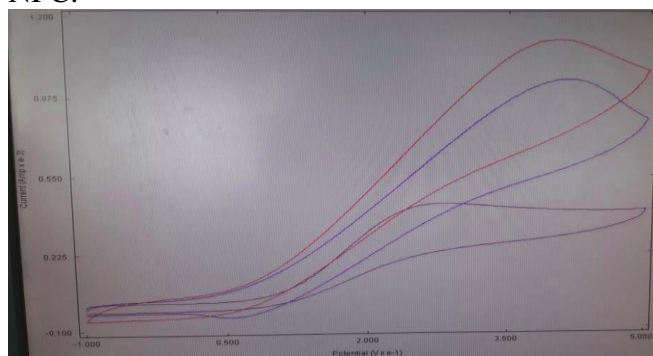


Figura 7: Voltamperometría cíclica. Morado-Toray, Azul-NFC, Rojo-NFC-PPY.

Para finalizar se realizo una técnica amperométrica, en la cual podemos medir la corriente generada de la reacción de oxidación segun el incremento de la concentración de analito en la solución, como se puede observar las tres gráficas tienden a tener la misma forma, esto es por que cada aumento de concentración es un aumento del valor de la corriente, sin embargo tambien es notable a simple vista que el electrodo que menor corriente generó fue el de Toray, siendo los electrodos de NFC mucho mas eficientes; las diferencias de los electrodos de nanofibras radica en la corriente generada por cada cambio de concentración de analito, podemos observar como es que ambas empiezan a tener la misma corriente generada a concentraciones bajas de glucosa, pero llega un punto en donde las NFC-PPY presentan una conducción significativamente mayor.

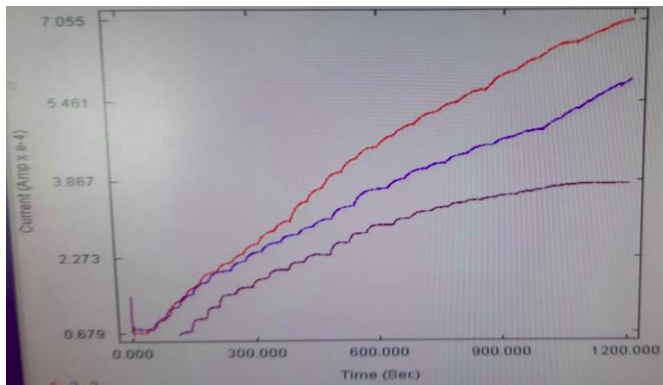


Figura 8: Amperometría. Morado-Toray, Azul-NFC, Rojo-NFC-PPY.

## Conclusiones

La GOx se encarga de oxidar la glucosa y generar peróxido, nosotros podemos medir los electrones libres generados de esa reacción y utilizarlos como indicadores de corriente, éste se presenta en la mayoría de las reacciones de oxidación sin embargo en este caso utilizamos al PPY como mediador para aumentar la transferencia electrónica.

La implementación de los electrodos es un poco ardua debido a que las NFC no cuentan con un aglomerante y los electrodos generados tienden a ser algo quebradizos, sin embargo con el debido cuidado la inmovilización es sumamente efectiva, observando que tienen una eficiencia considerable contra los papeles convencionales de carbon Toray.

Como conclusión podemos definir que los mecanismos de transferencia de electrones influyen mucho en la corriente generada, y en este caso en particular al utilizar el PPY como mediador podemos facilitar el intercambio electrónico en el sustrato; de igual manera el área superficial generada por las NFC es mucho mayor que las de Toray, por ende al momento de inmovilizar nuestra enzima ésta tendrá una mayor superficie de contacto, mejorando así la corriente generada.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Querétaro por la beca otorgada por parte del programa de Verano XXX y en particular al laboratorio nacional de micro y nano fluidica CIDETEQ, por proporcionar el material y equipo

necesario para llevar a cabo esta investigación.

## Referencias

- Abbaspour, A., Norouz-Sarvestani, F., Noori, A., and Soltani, N. (2015). Aptamer-conjugated silver nanoparticles for electrochemical dual-aptamer-based sandwich detection of staphylococcus aureus. *Biosensors and Bioelectronics*, 68:149–155.
- Baghayeri, M., Veisi, H., and Ghanei-Motlagh, M. (2017). Amperometric glucose biosensor based on immobilization of glucose oxidase on a magnetic glassy carbon electrode modified with a novel magnetic nanocomposite. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 249:321–330.
- Cedillo, L. R., Marcela, C., Hernández, M., Zapata, A. S., Paulina, M., Escarceño, L., Biológicas, E. D. C., Coahuila, U. A. D., and Torreón-matamoros, C. (2014). Aplicaciones de las Enzimas Inmovilizadas Application of Immobilized Enzymes. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(11):1–9.
- Desmaële, D., Renaud, L., and Tingry, S. (2015). A wireless sensor powered by a flexible stack of membraneless enzymatic biofuel cells. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 220:583–589.
- Emami Meibodi, A. S. and Haghjoo, S. (2014). Amperometric urea biosensor based on covalently immobilized urease on an electrochemically polymerized film of polyaniline containing MWCNTs. *Synthetic Metals*, 194:1–6.
- P, W. (2015). Continuous Flow Reactor Technology for Nanomaterial Synthesis. *Journal of Biochips & Tissue Chips*, 05(01):1–10.
- Ravi, I., Baunthiyal, M., and Saxena, J. (2013). Advances in biotechnology. *Advances in Biotechnology*, 9788132215:1–259.
- Singh, R. K., Tiwari, M. K., Singh, R., and Lee, J. K. (2013). From protein engineering to immobilization: Promising strategies for the upgrade of industrial enzymes. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(1):1232–1277.
- Spahn, C. and Minter, S. (2008). Enzyme Immobilization in Biotechnology. *Recent Patents on Engineering*, 2(3):195–200.
- Weiner, I. D., Mitch, W. E., and Sands, J. M. (2015). Urea and ammonia metabolism and the control of renal nitrogen excretion. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 10(8):1444–1458.
- Wong, S. S. and Wong, L. J. C. (1992). Chemical crosslinking and the stabilization of proteins and enzymes. *Enzyme and Microbial Technology*, 14(11):866–

# Evaluación de aguas residuales en *Jacaranda* empleando sistemas acuapónicos.

José Luis Vargas Ríos<sup>1</sup> correo: joshvargasm3@hotmail.com  
Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez<sup>1</sup> correo: feregrino.ange@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Querétaro.

## Resumen

La acuaponía es una técnica que busca la integración de dos diferentes métodos de cultivo: la acuicultura, basada en el cultivo de animales acuáticos, y la hidroponía dirigida a la producción de cultivos vegetales. En los sistemas acuapónicos las raíces de las plantas y las rizobacterias contribuyen a remover los nutrientes del agua, mismos que están conformados por las heces de los peces, algas y la descomposición del mismo alimento. Dichos nutrientes sirven como fertilizante líquido para el crecimiento de las plantas. La importancia que poseen estas aguas residuales es notoria, al emplearse en el crecimiento de plantas con aplicación farmacéutica, es por ello que se buscó evaluar su efecto en *Jacaranda spp.* y como afecta en su crecimiento para la producción de compuestos bioactivos. Se emplearon diferentes conexiones y tubos de PVC para el montaje de los sistemas acuapónicos en base a los diseños de los sistemas en paralelo y al sistema en forma piramidal ya preestablecido por parte del laboratorio de bioingeniería del campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro. Para el diseño y montaje de los sistemas acuapónicos se buscaba lograr la obtención de un sistema que aportara la mejor distribución de las aguas residuales para permitirnos evaluar su efecto en la *Jacaranda*, y como ésta se vería afectada en su crecimiento y desarrollo.

**Palabras clave:** aguas residuales, *Jacaranda spp.*, acuaponía.

## Abstract

Aquaponics is a technique that seeks the integration of two different cultivation methods: aquaculture, based on the cultivation of aquatic animals, and hydroponics aimed at the production of vegetable crops. In aquaponic systems, plant roots and rhizobacteria, help to remove the nutrients from water, which are made up of fish feces, algae and the breakdown of the same food. These nutrients served as liquid fertilizer for plant growth. The importance of these wastewater is notorious, when used in the growth of plants with pharmaceutical application that is why it sought to evaluate its effect on *Jacaranda spp.* and as an affectation in its growth for the production of bioactive compounds. Different connections and PVC pipes were used for the assembly of aquaponic systems based on the designs of the systems in parallel and the system in a pyramidal way and pre-established by the bioengineering laboratory of the Amazcala campus of the Universidad Autonoma de Queretaro. For the design and assembly of aquaponic systems, the aim was to obtain a system that would provide the best distribution of wastewater to allow us to assess its effect on *Jacaranda*, and how it would be affected in its growth and development.

**Keywords:** wastewater, *Jacaranda spp.*, Aquaponics.

## Introducción.

La acuaponía es una técnica que busca la integración de dos diferentes métodos de cultivo: la acuicultura, que se centra en el cultivo de animales acuáticos, y la hidroponía, enfocada a la producción de cultivos vegetales (Ramírez, et. al, 2017). En este sistema ambos cultivos se benefician con base en principios de reciclaje de agua y aprovechamiento de nutrientes, ya que éstos últimos son excretados por animales acuáticos y aprovechados por las plantas cultivadas en sistemas hidropónicos (Gutiérrez, 2012). Se puede considerar como una ventaja preponderante la reutilización de los desechos acuícolas por parte de las plantas, ya que contribuye a una reducción en el impacto ambiental y una mejor eficiencia del agua (Dauda, 2018). En los sistemas acuapónicos

las raíces de las plantas y las rhizobacterias contribuyen a remover los nutrientes del agua. Estos nutrientes son contaminantes que dentro de un sistema acuapónico pueden servir como fertilizante líquido para el crecimiento de las plantas, pero si no se retiran podrían alcanzar niveles tóxicos para los peces ya que se encuentran constituidos principalmente por las heces de los mismos, algas y la descomposición del mismo alimento (Gutiérrez, 2012). La relevancia en nutrición de plantas es un punto importante a considerar ya que muchas de ellas tienen aplicación en diversas áreas tales como la farmacéutica, por ejemplo en el caso de la *Jacaranda spp.* y la variedad de compuestos bioactivos que produce. Recientemente, una revisión de los usos etnobotánicos y farmacológicos de las especies de *Jacaranda* ha señalado sus interesantes componentes fitoquímicos y actividades biológicas como antidiabéticos, citotóxicos, antipalúdicos y antipalúdicos, actividad inhibidora de lipooxigenasa, así como actividades antimicrobianas (Khamsan, 2012).

## Objetivos.

Objetivo general: Evaluación de aguas residuales y su efecto en *Jacaranda spp.*

Objetivos particulares:

1. Diseño de un sistema acuapónico acoplado al riego de árboles.
2. Construcción de un sistema acuapónico.
3. Puesta en marcha el sistema acuapónico.

## Metodología.

Se diseñaron los esquemas para la construcción de los sistemas acuapónicos, en base al material proporcionado por el laboratorio de Bioingeniería del campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro, y se montaron dos sistemas de acuaponía, uno en paralelo y el otro en forma piramidal ya preestablecido y montado de forma parcial. Para el montaje del sistema acuapónico en paralelo se emplearon:

Parte frontal del sistema en paralelo:

- 8 codos de PVC de 2 pulgadas para las conexiones al
- 4 conexiones de PVC en forma de “T” de 2 pulgadas.
- 2 conexiones en forma de cruz de PVC de 2 pulgadas.
- 13 tubos de PVC de 2 pulgadas de 10 cm de longitud aproximadamente.
- 2 tubos de PVC de 2 pulgadas y 1.5 m de longitud.
- 10 adaptadores de tubos de PVC de 4 pulgadas a 2 pulgadas.

Parte media del sistema en paralelo:

- 10 tubos de 3.5 metros de largo de PVC de 4 pulgadas.
- 190 canastillas para acuaponía de 5 cm de diámetro cada una. (19 por cada tubo de 3.5 m de PVC de 4 pulgadas).

Parte posterior del sistema en paralelo:

- 22 conexiones en forma de codo de PVC de 2 pulgadas.
- 8 conexiones en forma de “T” de PVC de 2 pulgadas.
- 1 conexión en forma de cruz de PVC de 2 pulgadas.
- 1 adaptador para tubo de PVC de 2 pulgadas a 1/2 pulgadas.
- 22 tubos de PVC de 2 pulgadas de 10 cm de longitud aproximadamente.
- 1 Lave de paso de 2 pulgadas.
- 2 conexiones en forma de codo de PVC de 1 ½ pulgadas.
- 1 filtro para agua residual proporcionado por el laboratorio de Bioingeniería.
- 10 adaptadores de tubos de PVC de 4 pulgadas a 2 pulgadas.

Parte inferior del sistema en paralelo.

- 1 bomba para recirculación de agua de 450 W.

- Tanque pecera de fibra de vidrio con capacidad de 300 Litros aproximadamente.
- 2 tubos de PVC de 1.5 m y 0.75 m aproximadamente.
- 1 Llave de paso de 2 pulgadas.
- 2 conexiones en forma de codo de PVC de 2 pulgadas.

En cuanto al sistema acuapónico en forma piramidal se montó a partir de una estructura ya preestablecida.

Parte frontal del sistema en forma piramidal:

- 15 conexiones en forma de codo de PVC de 2 pulgadas.
- 5 conexiones en forma de "T" de PVC de 2 pulgadas.
- 29 tubos de PVC de 2 pulgadas con longitudes varias.
- 11 adaptadores de tubos de PVC de 4 pulgadas a 2 pulgadas.

Parte media del sistema en forma piramidal:

- 11 tubos de 3.5 metros de largo de PVC de 4 pulgadas.
- 209 canastillas para acuaponía de 5 cm de diámetro cada una (19 por cada tubo de 3.5 m de PVC de 4 pulgadas).

Parte posterior del sistema en forma piramidal:

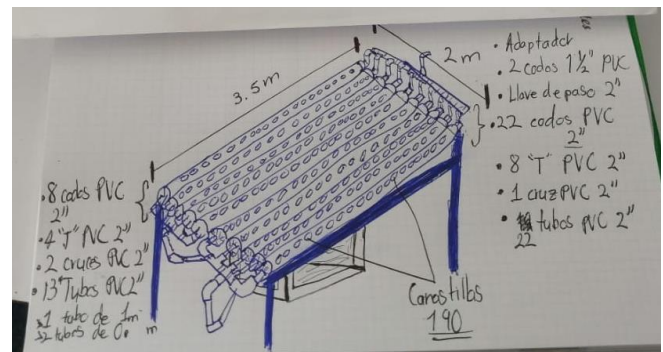
- 10 conexiones en forma de codo de PVC de 2 pulgadas.
- 1 conexión en forma de "T" de PVC de 2 pulgadas.
- 17 tubos de PVC de 2 pulgadas de longitudes varias.
- 11 adaptadores de tubos de PVC de 4 pulgadas a 2 pulgadas.

El montaje de ambos sistemas acuapónicos consistió en montar sobre unos soportes metálicos proporcionados por el laboratorio de Bioingeniería, los tubos de 3.5 m de PVC, posteriormente se realizaron las respectivas conexiones con los tubos y conexiones, de acuerdo a lo diseñado en el esquema del sistema en paralelo, y para el montaje

del sistema en forma piramidal se continuo el ensamblaje del sistema ya preestablecido.

## Resultados.

Al diseñar el sistema acuapónico en paralelo y emplear el soporte ya establecido para el sistema piramidal se buscaba comparar la distribución del agua residual de los tanques que contendrían una variedad de peces, y en base a lo observado se elegiría el sistema con mejor distribución que posteriormente se vería reflejada en el crecimiento de la Jacaranda.



**Fig. 1** Diseño manual del sistema acuapónicos en paralelo que incluye el número de conexiones y tubos de PVC, así como el diámetro y la longitud de los mismos.



**Fig. 2** Vista superior de la parte media del sistema acuapónico en paralelo.





**Fig. 3** Sistema acuapónico en paralelo, parte frontal; en la figura se pueden apreciar la distribución de las conexiones, y tubos de PVC para dirigir la recirculación del agua residual hacia los tanques.



**Fig. 4** En la figura se puede apreciar el tanque pecera de una capacidad de 300 litros aproximadamente, con los tubos que recirculan el agua.



**Fig. 5.** En la figura se puede apreciar la parte posterior del sistema en paralelo con sus respectivas conexiones y tubos de PVC así como el filtro de aguas residuales.



**Fig. 6** En la figura se puede apreciar el filtro para aguas residuales proporcionado por el Laboratorio de Bioingeniería, con sus respectivas conexiones y llaves de paso.

A continuación se presentan las partes del sistema acuapónico en forma piramidal durante el montaje con sus respectivas secciones así como las conexiones y tubos de PVC que lo conforman.



**Fig. 7** En la figura se puede apreciar la parte frontal del sistema de acuaponía en forma piramidal, con sus tubos y conexiones de PVC respectivamente.



**Fig. 8** En la figura se puede apreciar la parte media del sistema de acuaponía en forma piramidal, con sus tubos y conexiones de PVC respectivamente, así como la distribución de las canastillas para acuaponía.



**Fig. 9** En la figura se puede apreciar la parte posterior del sistema de acuaponía en forma piramidal, con sus tubos y conexiones de PVC respectivamente.

## **Discusión y conclusiones.**

Al desarrollar estos sistemas acuapónicos se buscaba lograr la obtención de un sistema que aportara la mejor distribución de las aguas residuales para permitirnos evaluar su efecto en la Jacaranda, y como ésta se veía afectada en su crecimiento y desarrollo. Durante el ensamblaje de ambos sistemas se presentaron ligeras fugas en cuanto a la recirculación del agua residual, pero se espera que estas se sellen eventualmente con las mismas sales que se encuentran en el agua. Por la extensión del proyecto y el periodo comprendido para la estancia solo se consiguió alcanzar el armado de los sistemas acuapónicos uno en paralelo y otro en forma piramidal.

## **Agradecimientos.**

Quiero agradecer a la Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez por brindar la oportunidad de colaboración en este proyecto, así como al laboratorio de Bioingeniería del campus Amazcala de la Universidad Autónoma de Querétaro por brindar

las instalaciones, material y apoyo brindado; también quiero agradecer a mi compañero Luis Alberto Montes Flores por todo su apoyo, comprensión y colaboración a lo largo de este proyecto.

## **Referencias.**

Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S., & Akinwale, A. O. (2018). Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. *Aquaculture and Fisheries*.

Gutiérrez, M. E. M. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. *Informador técnico*, (76), 123-129.

Khamsan, S., Liawruangrath, S., Teerawutkulrag, A., Pyne, S., Garson, M., & Liawruangrath, B. (2012). The isolation of bioactive flavonoids from *Jacaranda obtusifolia* HBK ssp. *rhombifolia* (GFW Meijer) Gentry. *Acta Pharmaceutica*, 62(2), 181-190.

Ramirez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., & Giraldo, H. H. (2017). La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 4(1-2), 32-51.

# Desarrollo de animaciones para el entendimiento de fenómenos físicos.

M. Castillo-Santos \*, A. Hernández-Almada\*\*

## Abstract

Motivated by the problems that exist at upper secondary level and first upper level stages of engineering degrees and basic sciences such as physics, mathematics and chemistry, which is the lack of interest from the students in the areas already mentioned, and based on the programming language Python, we developed some animations that show the evolution of the physics phenomena just as freefall and parabolic shot. The general results are the bases for a possible interactive platform that will allow teachers to improve their pedagogical methods and also show their students the animations in class so the students can arouse their curiosity for basic sciences which will be translated as technological and science development.

**Key words:** Physical phenomena, pedagogical methods, basic sciences.

---

Facultad de Ingeniería  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Centro Universitario: Cerro de las Campanas 76010  
Querétaro, México  
\*mcastillo26@alumnos.uaq.mx  
\*\* ahamada@uaq.mx

## Resumen

Motivados por la problemática que se tiene a nivel medio superior y primeras etapas de nivel

superior de las carreras de ingeniería y ciencias básicas tales como física, química y matemáticas, la cual es la falta de interés por parte de los alumnos en dichas áreas, y apoyados en el lenguaje de programación Python, se desarrolló una serie de animaciones que muestran la evolución de fenómenos físicos tales como caída libre y tiro parabólico. Como resultado general se tienen las bases para una posible plataforma interactiva que permita a los docentes mejorar sus métodos pedagógicos e implementar las animaciones antes mencionadas en sus clases y los alumnos puedan despertar su curiosidad por las ciencias básicas, lo cual se traduciría en avance en científico y tecnológico.

**Palabras clave:** Fenómenos físicos, métodos pedagógicos, ciencias básicas.

## Introducción

Uno de los principales problemas en México es que el número de estudiantes con interés por la ciencia y la tecnología es bajo, según cifras del INEGI, en 2015 solo el 51.7% de los estudiantes mexicanos tenía un cierto interés en el área físico-matemática, mientras que en 2017 las estadísticas mostraron que este interés se redujo al 47.3% [1]. Por otro lado, según el periódico virtual INFOBAE, los estudiantes egresados de alguna de las 32 ramas de Ingeniería representan el 19.04% comparados solo con los egresados de algunas de las ramas de la Psicología [2].

Esta falta de interés por las ciencias de parte de los alumnos de educación básica según lo expresado por el autor Fernando Flores Camacho en su libro “La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México”, se debe a que en las escuelas primarias y secundarias del país se tiene un promedio de entre 24 y 32 horas mensuales dedicadas a la enseñanza de la ciencia en tales como Biología, Física, Matemáticas y Química, lo cual no permite al alumno despertar su curiosidad e interés por cualquiera de las ramas de estas ciencias. La segunda parte de esta problemática es la forma en la que los docentes imparten las clases, pues carecen de perspectiva, ya que las preguntas y respuestas planteadas a lo largo de una clase dependen completamente del punto de vista del docente, por lo que los temas no se explican con claridad y mucho menos se pone énfasis en que el

alumno realmente este entendiendo lo que se quiere comunicar [3].

Está comprobado que existe una relación directa entre el número de artículos científicos que se publican en un país y su desarrollo económico, y esto está vinculado directamente al tipo de educación que se imparte en las aulas de éstos países, un claro ejemplo es Estados Unidos de América, país que tiene un alto desarrollo científico, pues en 2015 se obtuvieron 355.000 publicaciones científicas, y en las escuelas de este país se motiva a la creación de experimentos científicos y a la innovación en cuanto a tecnología.

### Cinemática

El origen de la cinemática viene de la astronomía antigua, con astrónomos como Galileo Galilei observaba los movimientos de esferas en planos inclinados y caída libre para entender el movimiento de los objetos celestes, para después brindarle las bases a Isaac Newton para formular sus tres leyes del movimiento.

La cinemática es la rama de la mecánica que explica el movimiento de los objetos en el espacio y en el tiempo, sin importar las causas que lo producen, ya que se necesita de tres elementos básicos: espacio, tiempo y una partícula que se desplace, y toma en cuenta solo su trayectoria. Se hace uso de una ecuación general (ecuación 1), la cual puede modelar los siguientes fenómenos:

- Movimiento rectilíneo uniforme.
- Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- Movimiento armónico simple.
- Tiro parabólico.
- Movimiento circular uniforme.
- Movimiento circular uniformemente acelerado.
- Movimiento armónico complejo. [4]

$$x_f = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

Donde:

$x_f$  es la posición de la partícula.

$x_0$  es la posición inicial de la partícula.

$v_0$  es la velocidad inicial de la partícula.

$a$  la aceleración que experimenta la partícula.

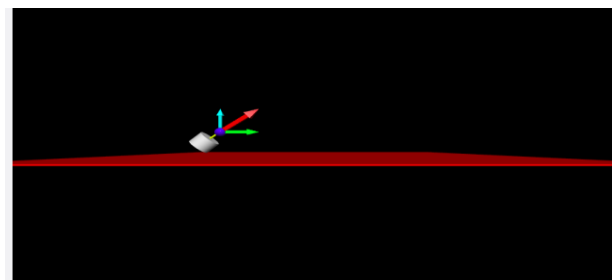
$t$  es el tiempo transcurrido.

### Objetivo

Desarrollar animaciones de fenómenos físicos que permitan a los docentes implementar métodos dinámicos para la enseñanza de las ciencias básicas tales como química, matemáticas y física, con lo cual se pretende despertar el interés por las ciencias antes mencionadas en las generaciones que cursan la preparatoria, para que en un futuro consideren las carreras de ingeniería y ciencias básicas como su vocación, así como brindar al docente y al alumno una herramienta que permita comparar la teoría aprendida en clase con el comportamiento real del fenómeno.

Además, se espera introducir los lenguajes de programación como un método confiable y económico para replicar experimentos y poder predecir comportamientos que representen un gran costo en trabajos de laboratorio.

Por último, se planea que las y sus códigos puedan convertirse en un manual, el cual sirva como material de apoyo para poder usarlo en los primeros semestres de las carreras de ingeniería, para que se impulse el desarrollo de la programación científica.



### Metodología

## Materiales

- Computadora.

## Materiales complementarios

- Python (El cual actúa como apoyo virtual).
- VPython (Módulo de Python sobre el cual se realizan las animaciones).

## Métodos

Basados en las leyes de la cinemática desarrollamos la simulación de tres de los fenómenos que son analizados en educación media superior y primeras etapas de las carreras de ingeniería, las cuales son tiro parabólico y caída libre, a continuación, se hará el análisis de los métodos usados en cada uno de los fenómenos antes mencionados.

## Tiro parabólico

Es un movimiento en dos dimensiones, un movimiento rectilíneo uniforme en el eje horizontal (eje  $x$ ), y un movimiento uniformemente acelerado en el eje vertical (eje  $y$ ) y el cual resulta en una trayectoria en forma de parábola.

En las figuras que se muestran a continuación podemos observar la evolución del fenómeno, es decir como la posición de la bola varía con el tiempo.

Para este caso se hizo uso de la ecuación:

$$x_f = v_o t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

Donde:

$g$  es la gravedad.

*Figura 1. El objeto sale con una velocidad inicial, la flecha verde representa la dirección en  $x$  (el movimiento hacia adelante), la flecha azul es la velocidad en la dirección en  $y$  (el movimiento hacia arriba), mientras que la flecha roja representa el movimiento real (la velocidad de la trayectoria.)*

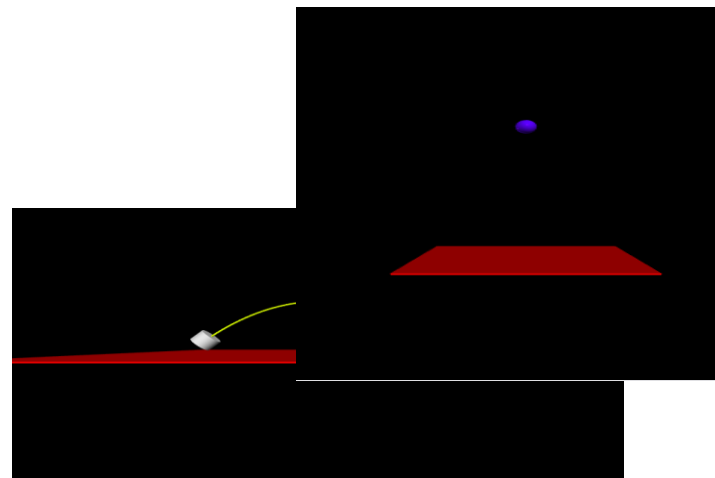
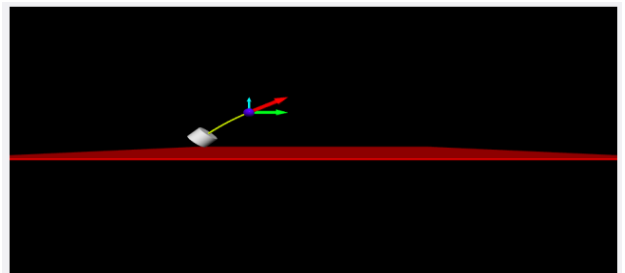
En la figura 1, vemos como la bola sale disparada del proyectil, marcando con una flecha verde la velocidad en dirección  $x$ , con una flecha azul la

velocidad en dirección  $y$  y en rojo la velocidad resultante del movimiento, es decir, la velocidad real con la que se mueve la bola.

*Figura 2. Representación de la forma de moverse del objeto después de que ha pasado cierto tiempo. Se empiezan a ver efectos en las velocidades, debido a las características del movimiento.*

En la figura 2 podemos observar como la velocidad en  $y$  va disminuyendo debido al efecto de la gravedad, que hace que el objeto pierda velocidad, pero la velocidad en  $x$  permanece constante.

*Figura 3. Final de movimiento, en la imagen se puede apreciar la posición final del objeto, además de la trayectoria de éste, la cual es trazada por una línea.*



En la figura 3, podemos apreciar el final del movimiento, teniendo en cuenta que el ángulo con que se lanzó el proyectil es el mismo con el que llega al suelo, también podemos ver la trayectoria total del movimiento, que está marcada por la línea amarilla, así como la dirección final de las velocidades en cada una de las direcciones.

## Caída libre

Es un movimiento uniformemente acelerado, en este caso la aceleración es la gravedad  $g$ , donde un objeto cae desde una altura  $h$  sin tomar en cuenta cualquier rozamiento que pueda tener

con el aire u otro obstáculo que pudiera presentarse El movimiento que se realiza es en una sola dimensión, en este caso el eje  $y$ , que corresponde a la dirección vertical. La ecuación utilizada en este caso es:

$$y = h - \frac{1}{2}gt^2 \quad (3)$$

Donde:

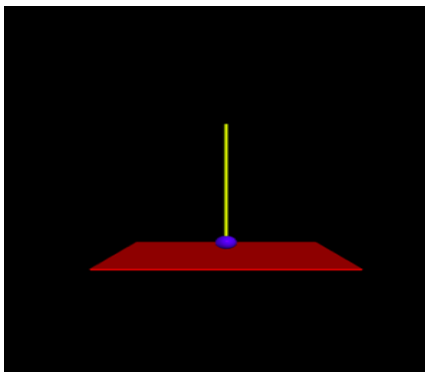
$y$  es la posición final de la partícula.

$h$  es la altura a la que se encuentra la partícula.

$g$  es la gravedad.

$t$  es el tiempo que ha transcurrido.

En este caso la gravedad es negativa, pues esta actúa en dirección contraria al movimiento, en seguida veremos como el movimiento varía con el



tiempo.

Figura 4. Final de movimiento, en la imagen se puede apreciar la posición final del objeto, además de la trayectoria de éste, la cual es trazada por una línea.

Figura 5. Condiciones iniciales (punto inicial desde donde el objeto comenzará a moverse).

Adicionalmente se agregó una gráfica que muestra como es que se comporta la velocidad  $v$  con respecto al tiempo  $t$ .

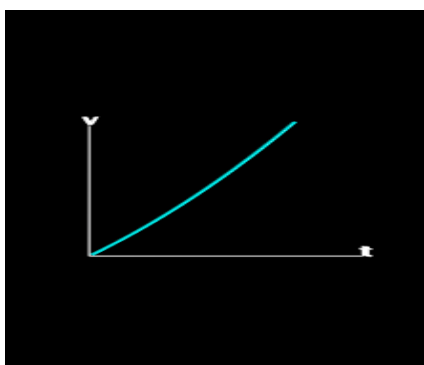
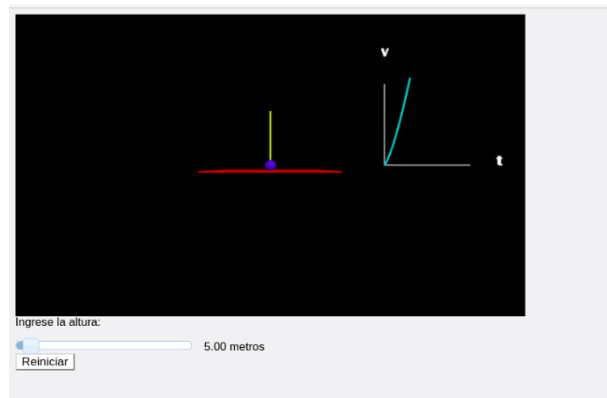


Figura 6. Gráfica variación velocidad vs tiempo.

Las simulaciones de los fenómenos físicos permiten al alumno explorar de una manera fácil y concreta como es que se lleva a cabo el movimiento, pues se pueden variar las condiciones iniciales tales como velocidad inicial, ángulo con el cual sale disparado y altura de la cual se deja caer el objeto con widgets (deslizadores y menús) que fueron agregados a las animaciones, lo que las convierte en una manera didáctica de interactuar y familiarizarse con la parte experimental de la física.



## Resultados

Después de la creación de las simulaciones antes mencionadas, se obtuvo como resultado dos animaciones que permiten tanto al docente como al estudiante analizar de forma detallada, crítica y sencilla los fenómenos físicos, ya que, con la evolución del sistema, esta va dejando un rastro de cómo es la forma que toma el sistema conforme pasa el tiempo, además de que nos muestra hacia donde se dirigen las fuerzas y como es que aumentan o disminuyen.

Es importante también que los alumnos puedan observar la variación del movimiento cuando se modifican las condiciones iniciales, se agregaron botones, deslizadores y menús que permiten cambiar las condiciones iniciales de forma sencilla, lo que hace que se vuelvan didácticas y los alumnos despierten su curiosidad por las ciencias básicas y las ingenierías.

Tomando en cuenta que los docentes de educación media superior y algunos de educación superior no

cuentan con los conocimientos de programación necesarios para manipular los códigos, así como que las simulaciones sean de fácil acceso para los alumnos, se pretende realizar una página web, la cual incluirá también la teoría de cada una de los fenómenos físicos. Para lograr esto, se requiere apoyo tanto económico, como de alumnos de otras áreas tales como psicología e ingeniería en software.

A continuación, se muestra el resultado final obtenido.

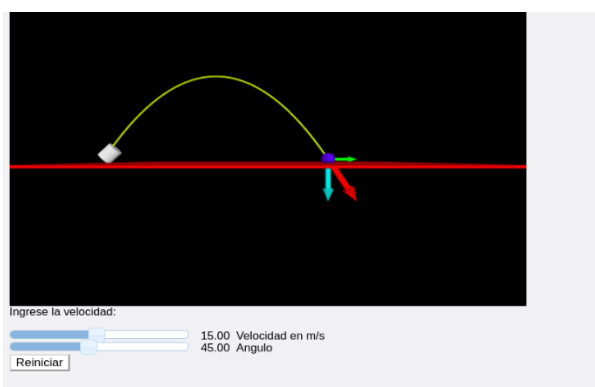


Figura 7. Resultado final tiro parabólico.

Figura 8. Resultado final caída libre.

En las figuras 7 y 8 podemos ver los widgets que se agregaron a las animaciones con el objetivo de facilitar su comprensión y manipulación, además de que la simulación se podrá reiniciar las veces que el usuario desee con las condiciones iniciales de su preferencia.

## Conclusiones

En la actualidad la tendencia de la educación es que se base en aprendizajes mixtos, es decir, que los alumnos aprendan tanto de fenómenos reales como de dispositivos electrónicos, como son la computadoras, celulares y tabletas electrónicas, es por eso que es de suma importancia digitalizar los fenómenos físicos, con la finalidad de facilitar al docente la explicación de la teoría impartida en clase, y que con las tecnologías de la información y comunicación (TIC's), que representan un herramienta útil para su aprendizaje y buen desempeño escolar, se complemente este conocimiento para que el alumno pueda observar

de manera concisa lo aprendido en clase y así el aprendizaje sea significativo.

Por último, es de suma importancia que los alumnos de educación media superior consideren las ingenierías y carreras científicas como su futuro, pues esto permitirá al país avanzar en economía.

## Agradecimientos

A la universidad Autónoma de Querétaro y al CONCYTEQ, por la oportunidad de participar en este proyecto, así como por el apoyo otorgado para la realización de esta estancia de verano.

Al doctor Alberto Hernández Almada, por el apoyo brindado a lo largo de este proyecto.

## Referencias

- [1] INEGI. (2017). Percepción sobre ciencia y tecnología. México. Extraído de: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/pecyt/>
- [2] Fernández M. (24/ Enero/2018). INFOBAE: Egresan 8 mil ingenieros frente a 34 mil de psicología. México. Extraído de: <https://www.infobae.com/educacion/2018/01/24/psicologos-y-abogados-pero-no-ingenieros-en-algunas-disciplinas-clave-se-reciben-menos-de-25-alumnos/>
- [3] Flores-Camacho, Fernando (Coord.) (2012). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. México: INEE.
- [4] Vásquez M. (2007). Cinemática. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Extraído de: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n2/m5.html>



# Los atributos de género como factores impulsores en la migración masculina

Autor: Katya Cid Suarez –  
katycs.97@gmail.com  
Asesor: Dr. José Alberto Posadas Juárez –  
anthroposxxi@gmail.com  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Derecho  
Licenciatura en Criminología

## Resumen:

Con el propósito de contribuir información, sobre la situación migrante masculina de Centroamérica y México hacia los Estados Unidos de América, en este documento se muestran testimonios captados por medio de entrevistas a hombres migrantes. Estos brindan un panorama con una perspectiva de género acerca de la migración realizada por hombres. Se parte desde la hipótesis donde los atributos de género son factores impulsores y decisivos a la hora que los hombres migrantes deciden emprender su difícil viaje hacia los Estados Unidos de América con el fin de ser proveedores y sustentadores de sus familias, las cuales son dejadas atrás en sus respectivos lugares de origen.

Las conclusiones muestran una delgada línea entre los atributos de género y el ámbito económico y monetario como mayores impulsores en la migración por parte de hombres.

## Palabras clave:

Migración masculina, atributos de género, masculinidad, responsabilidad, estructura cultural.

## Abstract:

With the purpose of contributing information, as well as informing about the male migrant situation of Central America and Mexico to the United States of America, in this document we verify

testimonies captured through interviews to male migrant population. These interviews provide an overview with a gender perspective about male migration. It is based on the hypothesis where gender attributes are driving and decisive factors when migrant men decide to embark on their difficult journey to the United States of America in order to be providers and supporters of their families, which are left behind. in their places of origin.

The conclusions detailed a thin line between male gender attributes and the economic and monetary field as major drivers in migration by men.

## Keywords:

Male migration, gender attributes, masculinity, responsibility, cultural structure.

## Introducción:

De acuerdo al tema de la población migrante para la siguiente investigación, el objetivo de la misma fue determinar si los atributos de género, en un contexto social o familiar, son importantes en cuanto a la migración masculina hacia otro país, en especial, de Centroamérica y México hacia los Estados Unidos de América, y las formas en las que estos se demuestra.

Por lo tanto, la pregunta de investigación es la siguiente: ¿Los atributos de género, en contextos sociales y familiares, son factores impulsores dentro de la migración realizada por hombres?

## Desarrollo:

Con el fin de dar respuesta a esta pregunta de investigación, se formuló la siguiente hipótesis: La figura del hombre, dentro de los esquemas tradicionales es percibido como el proveedor y por lo tanto debe cumplir estas expectativas satisfactoriamente. De manera habitual, este rol puede ser pasado de generación en generación y con una gran carga cultural, la cual debe ser satisfecha.

En cuanto al rol estereotipado masculino, se partirá desde esta base teórica:

Foucault [...] explica cómo es que un sistema se incorpora dentro de un pensamiento o, un quehacer político y

social que permea el imaginario colectivo a partir de una relación cultural específica que se impondrá a través de determinados rasgos en la cotidianidad de los sujetos, creando entonces una perspectiva dominante de las relaciones personales y sociales que deben tener las sociedades... (Foucault en Macías, 2014, p. 78).

Esto dado que el peso del rol masculino dentro de la sociedad es un factor importante el cual los hombres, en su mayoría aspiran a llenarlo usando a la migración como una herramienta útil para ello.

La representación tradicional del migrante mexicano a Estados Unidos ha construido un hombre en búsqueda de empleo o de mejorar sus condiciones laborales, que emigra solo o acompañado de su cónyuge. Asimismo, la emigración de los varones se ha asociado al cumplimiento del papel de proveedor económico de la familia [...], considerado el mandato fundamental de la masculinidad hegemónica...

(Rosas y Connell en Torre y Rodríguez, 2018, p.141).

El tema y la hipótesis se consideran ya que, en su mayoría, la población migrante es compuesta por hombres. Aunque cada vez las mujeres entran más en estos ámbitos, el género masculino sigue siendo el mayoritario.

En cuanto a los flujos recientes, la migración mexicana y la proveniente de los países del TNCA es aún más masculina. En el primer caso, el volumen de hombres supera en 18% al de mujeres y, en el caso de la migración de los países del TNCA, en 26%<sup>2</sup>. (American Community Survey en Canales y Rojas, 2018, p.16)

Teniendo este tema e hipótesis en mente, se generaron entrevistas a hombres migrantes de diferentes edades para de este modo, poder comprobar o refutar la hipótesis previamente establecida. Entre las distintas entrevistas se pudieron observar varios puntos de vista y razones

que estos hombres daban para emigrar de sus diferentes lugares de origen.<sup>3</sup>

El primer hombre entrevistado Juan\*, de 36 años, originario del país de Guatemala, lleva 14 años en situación migrante, con familia en Estados Unidos y en Guatemala. Él refirió en la entrevista que la mayoría en su entorno social han decidido salir hacia los Estados Unidos. Entre sus motivos para salir de Guatemala, fueron la calidad de vida que se encuentra en Estados Unidos y la cuestión económica, donde el trabajo en Estados Unidos es mayormente remunerado a diferencia de Guatemala o México. En cuanto a su perspectiva sobre el rol masculino de la sociedad, se encuentran rasgos del estereotipo masculino. Mencionó que la liberación de la mujer no ha sido lo mejor y resulta en muchos problemas, ya que, desde su manera de pensar, él dice que las mujeres no han podido manejar de la mejor manera las posiciones que ahora tienen.

Tiene muy claro que hay aspectos para cada uno, y que el ahora estar en una época donde hay más libertad, ha traído problemas al no haber tanto control como lo había antes. Esto es, donde el orden patriarcal significaba que la familia se encontraba bien sujeta y controlada.

De igual manera, también habló sobre su caso, donde él sí se siente responsable por su familia y por aportar en ella, viéndolo como algo que a él como hombre le corresponde. Tal como Vega comenta en la siguiente cita de su artículo, la masculinidad es importante para este sujeto, así como la responsabilidad de mantener a su familia.

Por ejemplo, para adecuarse al modelo dominante local de la masculinidad, se espera que los varones adultos actúen como hombres, mostrándose públicamente con la capacidad de mantener a su familia, y en muchos de

---

<sup>3</sup> La metodología empleada en esta investigación fueron el trabajo de campo como lo son las entrevistas semiestructuradas realizadas en el estado de Querétaro a hombres migrantes provenientes de Centroamérica y México, así como la grabación de audio de las mismas y consulta de datos duros sobre información acerca de porcentajes de flujos en la migración contrastando la migración masculina y la migración femenina. Por lo tanto, se también se realizó trabajo de gabinete.

los casos para saber mandar y lograr la obediencia de la esposa. En este caso un migrante que no cumpla con el rol esperado de ser buen proveedor económico, se enfrenta, potencialmente, a ser censurado no solo por su familia sino por toda la comunidad de donde es originario. (Vega, 2009, pp. 57-58).

De esta forma se confirma la importancia de mantenerse como el proveedor para con sus descendientes, en especial en el aspecto económico y el contar con la sujeción de la misma.

Este no fue el único caso que se encontró durante las entrevistas que tuvieran un sentimiento similar. De acuerdo con el caso de Pedro\*, con 36 años y originario del país de Guatemala, se observa un fuerte sentido de responsabilidad, afecto y compromiso con su familia. Al tener estos vínculos familiares tan fuertes, son notables los factores de género que lo comprometen a proveer por el bienestar de su esposa e hijas. Es sus propias palabras logró expresarse de la siguiente manera:

*Yo quiero que mis hijos tengan lo que yo no tuve. Quiero que tengan paz, que estudien, que sean hombres de bien; que no caigan en las pandillas, que no caigan en la droga, que no caigan en la delincuencia.*

*Los quiero mucho, los extraño... Ellos me quieren mucho, me extrañan. Mi mujer me quiere mucho; yo más que nada lo hago por ellos. (Pedro).*

Para esta situación más en particular, se puede identificar la certeza de la siguiente cita con relación a la masculinidad del sujeto en cuestión y sus relaciones y lazos familiares.

La migración en los varones es un fenómeno que no puede dejar de atravesar las discusiones sobre la masculinidad y la reproducción en el sentido que propone Núñez, trascendiendo el papel de la fecundidad y paternidad para consolidarse en un sentido de protección de los miembros de la

familia. (Montes de Oca et al, 2012, p. 87).

Explica que principalmente es por su familia la razón por la que decidió salir de Guatemala, con la esperanza de poder darles algo mejor, algo que él no tuvo; lo ve como su responsabilidad.

*Los salarios pues son muy bajos, no me alcanza para darle de comer a mi familia, no me alcanza. O sea, sí me da para lo normal, pero yo quisiera que mis hijos estudiaran, tener algo propio, porque allá pago renta. Yo quisiera un terrenito y ahí fincar un cuartito dónde vivir... Por eso yo voy para allá, para poder darles lo que pues a uno le faltó. (Pedro).*

Por parte de este individuo, se ve un rol marcado estereotipado masculino en contraste con los de una mujer, donde, en sus propias palabras expone lo siguiente:

*Uno debe ser responsable con los hijos, con la mujer ¿sabe por qué? Porque ya cuando uno ya tiene familia tiene que luchar por ella [...] yo tengo la idea de regresar, pero pues a lo mejor si veo que está bien allá, a lo mejor puedo mandar a traer a mi familia... Quiero cruzar, trabajar y ver si puedo traerlos o regresar. (Pedro).*

Como se logra apreciar, durante las migraciones de estos hombres, por su lugar originario, se habla sobre una migración dentro del marco ilegal. Citando a Merton, él nos menciona un concepto llamado, “estructura cultural de una sociedad: los objetivos culturalmente definidos y los medios institucionalizados para alcanzarlos.” (Merton citado en Taylor et. al. 1997, p. 108).

Derivado de esto, Merton elabora unas tipologías, donde aplicadas se puede “describir las acciones de hombres que hacen elecciones significativas, que aceptan o rechazan metas culturales y que aceptan o rechazan medios institucionalizados” (ídem, p. 112). Dando esto como resultado cuatro adaptaciones, en la migración podríamos encajar a “la innovación, la adopción por parte de los ciudadanos de medios ilegítimos para buscar y alcanzar el éxito.” (ibidem, p. 113).

En los casos previamente examinados, se identifica como la meta cultural de estos sujetos se encuentra dentro de los atributos de género masculinos, la protección o ayuda hacia sus familias, en especial a sus descendientes. Esta meta la pretenden realizar en otro país, arribando de forma ilegal y no por los medios institucionalizados en sus lugares de origen, ya que no les son alcanzables.

Como otro caso, se encuentra Moisés\*, de 28 años y procedente de Guatemala. Él cuenta entre los motivos por los cuales decidió salir de allá e intentar cruzar hacia los Estados Unidos, los siguientes:

*Para generar dinero para mis hijas, tengo dos... para tener dinero, porque en Estados Unidos ganan en dólares...*

*Por la economía, porque los países bajos, los países de Centroamérica...el gobernante, el presidente... todo el dinero se lo agarran ellos. (Moisés).*

Sus razones se encuentran mezcladas. Él sí comenta el sentirse responsable por proveerle a sus hijas algo mejor, pero principalmente menciona el tener una mayor ganancia económica que la que podría obtener en Guatemala.

En cuanto a la entrevista realizada a Joaquín, originario de San Luis Potosí, él relató su experiencia como persona que hasta unos 6 años atrás, pertenecía a la población migrante, pero ahora se encuentra en una situación de residencia más estable. Él cuenta que, con la cercanía al tren, desde el lugar donde residía, al principio era algo divertido y como un medio de transporte, fue más fácil el poder cruzar hacia la frontera.

Sus motivos no eran monetarios ni con un sentido de responsabilidad, simplemente fueron por diversión. En sus propias palabras él lo narra de la siguiente manera:

*El tren era como un transporte, una diversión... pero ya después ya nos íbamos rumbo a la frontera y ya nos íbamos más lejos. Ya cuando acordé, no pues ya andaba allá de aquel lado... un tiempo ya casi le andábamos cruzando ya para Canadá, pero como tipo explorando y pues en*

*ese tiempo no buscábamos tanto el trabajo, sino que simplemente como es la juventud, como explorando nomás. (Joaquín).*

Con esta cita se logra notar otro aspecto de la migración, donde como factor impulsor, al criterio del entrevistado, es diferente al que pudiera esperarse dado a las dificultades que acompañan el migrar a Estados Unidos de manera ilegal.

## Conclusiones:

Tomando en cuenta a los últimos testimonios, es notable como no todas las experiencias de los migrantes giran en torno a los atributos de género. El fenómeno de la migración es multifactorial, varios factores son los que influyen en los sujetos y son los que los llevan a tomar la difícil decisión de dejar a su familia y/o lugar de origen en busca de una mejor calidad de vida en un lugar lejos de su antiguo hogar.

Se puede observar una delgada línea entre los atributos de género como factores impulsores en la migración masculina y la cuestión económica como motivantes a emprender el largo y difícil camino de la migración.

Con la información recabada por medio de las entrevistas en esta investigación, se puede observar como este fenómeno influye en muchas esferas del ámbito social, y aunque es más común ver a la migración desde un aspecto masculino, sería de mucha riqueza el poder contar con el contraste femenino de la misma.

## Referencias Bibliográficas:

CANALES, Alejandro y ROJAS, Martha: "Panorama de la migración internacional en México y Centroamérica", en *CEPAL – Serie Población y Desarrollo*, núm. 124, p. 16. Recuperado el 13 de agosto de 2019 en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43697/1/S1800554\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43697/1/S1800554_es.pdf)

MACÍAS, Rolando: "Las prácticas corporales para la construcción del actor, la identidad genérica y la(s) masculinidad(es)", en *El Cotidiano*, núm. 184, p. 78. Recuperado el 8 de agosto de 2019 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32530724009>

MONTES DE OCA ZAVALA, Verónica; DÍAZ ÁBREGO, Margarita; HEBRERO MARTÍNEZ, Mirna: "Migración, salud y masculinidad. Don Leovigildo y su familia: tres generaciones entrelazadas por la salud y migración en

Guanajuato. Estudio de caso”, en *Revista del Centro de Investigación*, Universidad La Salle, vol. 10, núm. 38. Recuperado el 22 de julio de 2019 en: <http://www.redalyc.org/pdf/342/34224543007.pdf>

Taylor, Ian; Walton, Paul; Young, Jack. (1997) *La Nueva Criminología: contribución a una teoría social de la conducta desviada*. Buenos Aires: Amorrortu.

TORRE, Eduardo y RODRÍGUEZ, Cynthia: “Migración y masculinidades: análisis de la experiencia de un joven que emigró por amor” en, *Desacatos*, núm. 56, p 141. Recuperado el 7 de agosto de 2019 en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/desacatos/n56/2448-5144-desacatos-56-140.pdf>

VEGA, Germán: “Masculinidad y migración internacional: una perspectiva de género”, en *Aldea Mundo*, vol. 14, núm. 28, pp. 57-58. Recuperado el 8 de agosto de 2019 en: <http://www.redalyc.org/pdf/543/54317603006.pdf>

# Identificación del alfabeto manual de la lengua de señas mexicana utilizando Tensorflow y Transfer Learning

Roberto Cruz Lozano. Universidad Autónoma de Querétaro. [robertocruzlozano97@hotmail.com](mailto:robertocruzlozano97@hotmail.com)

Jaime Rodrigo Gonzales Rodríguez. Universidad Autónoma de Querétaro. [jgonzalez87@alumnos.uaq.mx](mailto:jgonzalez87@alumnos.uaq.mx)

Eric Octavio Rodríguez García. Universidad Autónoma de Querétaro. [erodriguez35@alumnos.uaq.mx](mailto:erodriguez35@alumnos.uaq.mx)

José Martín Carrillo Morales. Universidad Autónoma de Querétaro. [jose.carrillo@jozzzz128.com](mailto:jose.carrillo@jozzzz128.com)

Sandra Luz Canchola Magdaleno. Universidad Autónoma de Querétaro. [sandra.canchola@uaq.mx](mailto:sandra.canchola@uaq.mx)

## RESUMEN

El reconocimiento de patrones es uno de los problemas computacionales más complejos que existen en la actualidad, y dentro de esta categoría podemos encontrar el reconocimiento del alfabeto manual de la *Lengua de Señas Mexicana* (LSM). Para poder lograr solucionar este problema debemos innovar en las técnicas conocidas y utilizar nuevas herramientas que estén a nuestro alcance como lo es *TensorFlow*, el cual, combinándolo con la técnica de *Transfer learning* nos permite realizar un entrenamiento satisfactorio, con una cantidad muy limitada de muestras, del modelo de *red neuronal* “SSD-MobileNet-V1” para la identificación de las señas de LSM en tiempo real, y gracias a la arquitectura que emplea y la optimización de capas, nos abre la posibilidad de implementarlo en plataformas WEB, móviles y embebidas.

## ABSTRACT

Pattern recognition is one of the most complex computational problems that exist today, and within this category, we can find the recognition of the manual alphabet of the *Mexican Sign Language* (MSL). To be able to solve this problem we must innovate in the know techniques and use new tools that are within our reach such as *TensorFlow*, which, combining it with the *Transfer learning* technique, allow us to perform a

satisfactory training, with a very limited amount of samples, of the *neural network* model “SSD-MobileNet-V1” for the identification of MSL signals in real-time, and thanks to the architecture that it employs and the optimization of layers, it opens the possibility of implementing it on WEB, mobile and embedded platforms.

## INTRODUCCIÓN

Las máquinas que el hombre crea buscan imitar el comportamiento de nuestros cerebros, pero esto implica resolver algunos de los problemas computacionales más complejos que existen, como lo es, el reconocimiento de patrones en tiempo real. La identificación de la Lengua de Señas Mexicana es un problema que está presente dentro de esta categoría, pero al cual, no se ha dado una solución totalmente satisfactoria. Las técnicas utilizadas para tratar de solucionar este problema parten de las formas tradicionales de procesamiento de imágenes dejando a un lado las nuevas herramientas que se han desarrollado en estos últimos años, como lo es, TensorFlow. Esta API nos da las funciones necesarias para poder aplicar técnicas modernas en el desarrollo y entrenamiento de modelos de redes neuronales, los cuales, a través del entrenamiento supervisado, son una gran opción para solucionar el problema de reconocimiento de patrones con la posibilidad de implementarlo en plataformas web, móviles y embebidas.

## OBJETIVO

Entrenar una red neuronal para lograr identificar satisfactoriamente la Lengua de Señas Mexicana en tiempo real a través de la técnica “Transfer Learning” y el uso de la API de “TensorFlow”.

## MARCO TEÓRICO

La definición del primer modelo de una neurona artificial no es algo reciente. La primera vez que se dio un planteamiento fue en 1943 por McCulloch (neurocientífico) y Walter Pitts (Lógico), el cual intentaba explicar, de manera matemática, el comportamiento de nuestro sistema nervioso, a partir de un conjunto de elementos primitivos de cómputo, que son abstracciones de las propiedades de las neuronas y de sus conexiones, con base en el conocimiento fisiológico y psicológico que se tenían de ellas en esa época. (Prieto, R. 2001), ver

figura 1. Más adelante en 1950, Frank Rosenblatt, propuso una versión mejorada basando en el modelo MuColloch-Pitts, llamado “Perceptrón”, el cual, dentro de machine learning es un algoritmo de *supervised-learning* para problemas de clasificación binaria, ver figura 2.



Fig. 1. Diagrama del modelo neuronal de MuColloch-Pitts 1943. Elaboración propia 2019.

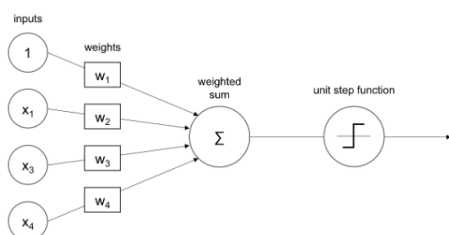


Fig. 2. Diagrama del modelo neuronal de Rosenblatt mejor conocido como “Perceptrón”

<https://www.oreilly.com/library/view/deep-learning-for/9781788295628/33d24719-7e83-41c1-983e-59310eacdd50.xhtml>

La limitación más importante de este modelo fue la posibilidad de solo aplicarlos a problemas de regresión lineal o de clasificación binaria reduciendo los posibles campos de aplicación. Un ejemplo de esta limitación es la resolución del problema lógico XOR, el cual la única forma de resolverlo era conectando más de una neurona dando paso a una *red neuronal*, ver figura 3, permitiendo así el planteamiento de modelos matemáticos que con *funciones de activación no lineales* permitían una clasificación satisfactoria y más semejante a los problemas del mundo cotidiano. Gracias a la capacidad de resolución de problemas que tienen las red neuronales se convirtió en una de las técnicas fundamentales dentro de la *Inteligencia artificial* (IA). “Podemos determinar que cuando en un problema específico no se puede programar un algoritmo que resuelva todos los casos que se presentan es necesario la implementación de una red neuronal”. (Sossa, 2019).

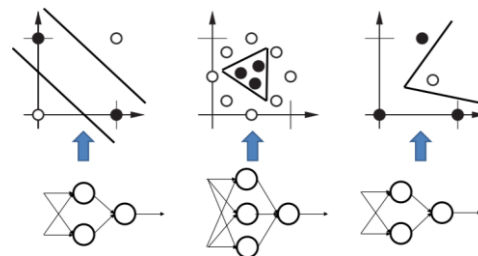


Fig. 3. Representación de una red neuronal. Sossa, Humberto 2019.

La inteligencia es fundamental para los seres humanos, ya que nos ha permitido manejar, entender, predecir y manipular este mundo. El campo IA no se limita en solo entender ¿cómo es que pensamos? si no también en lograr crear entes inteligentes. Podemos definir la IA como “El arte de crear máquinas que realizan funciones que requieren inteligencia cuando son realizadas por personas.” (Kurzweil, 1990), dentro de este campo de estudio podemos encontrar distintos enfoques como lo son, la robótica, procesamiento del lenguaje natural (P.L.N), procesamiento de voz y visión computacional. Para lograr estos objetivos, a través del tiempo, se han desarrollado distintas técnicas como lo es *machine learning* (ML), que nos permite formar *redes neuronales*, la cuales de manera automática se ajustan, aprendiendo de los distintos casos con los que fue entrenada, para dar como resultado un modelo que representa la solución de un problema definido. Ver figura 4.

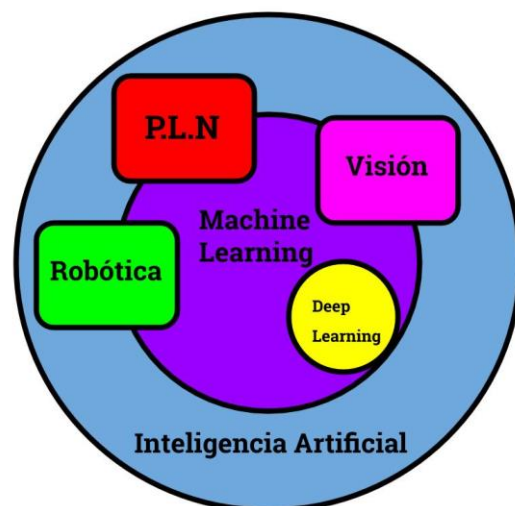


Fig. 4. Enfoques y técnicas de la inteligencia artificial. Elaboración propia 2019.

Podemos definir ML como “...el área de estudio que da a las computadoras la habilidad de aprender sin la necesidad de ser explícitamente

programadas”. (Samuel, A. 1959). En los últimos años, la tendencia por aplicar ML ha ido en aumento debido a las grandes ventajas que nos permite obtener esta técnica de IA, “ha tenido grandes avances en distintas áreas, y podemos atribuir esto a la invención de modelos cada vez más sofisticados de machine learning”. (Abadi, M. et al. 2016). El simple hecho de lograr que una máquina pueda aprender dependiendo de las entradas que recibe y la salida que debe obtener es simplemente sorprendente y debido a este auge ha dado paso al desarrollo de herramientas que facilitan la entrada a este mundo a investigadores, desarrolladores y estudiantes.

Tensorflow es una plataforma open source para machine learning. Tiene un ecosistema de herramientas comprensible y flexible, librerías y recursos en su gran comunidad que permite a los investigadores desarrollar en el estado del arte ML y a los desarrolladores crear y desplegar fácilmente aplicaciones, “... es el sucesor de DIstBelief, el cual es el sistema distribuido para el entrenamiento de redes neuronales que Google había utilizado desde 2011”. (Dean, J. 2012). Gracias a TensorFlow el diseño, entrenamiento y despliegue de modelos de redes neuronales a producción, ver se realiza de una manera muy amigable además de la gran escalabilidad de implementarlo dependiendo del hardware disponible, por ejemplo, el hecho de que existen distintas versiones como, TensorFlow-CPU, TensorFlow-GPU, TensorFlow.js, etc. Ver figura 5.

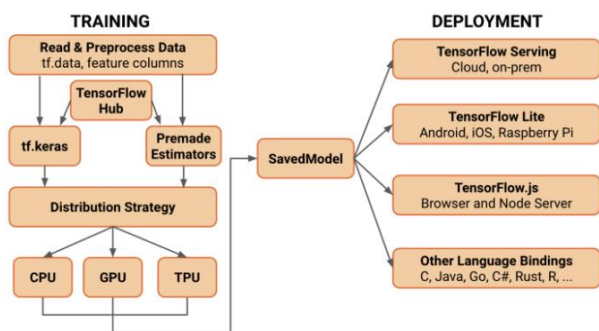


Fig. 5. Arquitectura de TensorFlow 2.0.

<https://medium.com/tensorflow/whats-coming-in-tensorflow-2-0-d3663832e9b8>

El hecho de que la comunidad de TensorFlow crece día con día, nos permite asegurar su soporte y documentación dando pie al desarrollo de más proyectos utilizando esta plataforma. Gracias al

soporte que se le da, podemos tener acceso a distintos modelos *pre-entrenados* de los cuales, dependiendo del problema a resolver, o en nuestro caso lograr identificar el alfabeto manual del LSM, podemos aplicar la técnica de *Transfer Learning* que es, “... la mejora del aprendizaje de una nueva tarea a través de la transferencia del conocimiento de una tarea relacionada que ya se ha aprendido”. (Torrey, L. y Shavlik, J. 2010). Esto nos da distintas ventajas al momento de entrenar una red neuronal, podemos destacar cuatro, se tiene un conocimiento previo desde donde inicia el reentrenamiento, la cantidad de muestras para entrenar se reducen considerablemente, se reduce los tiempos de entrenamiento y el “performance” de la red neuronal aumenta considerablemente. Debido a esto y a los recursos con los que se contaban al inicio de la investigación se consideró como la opción más factible para lograr entrenar una red neuronal que identificaría el alfabeto manual de LSM de manera satisfactoria.

## METODOLOGÍA

El primer obstáculo con el que nos enfrentamos fue el no tener la materia prima con la que íbamos a entrenar nuestro modelo, las imágenes de las señas del alfabeto manual, por lo que tuvimos que generar nuestra propia *dataset* con la cantidad suficiente de muestras para poder realizar un entrenamiento satisfactorio. Se recolectaron distintas muestras con distintas personas con el objetivo de obtener la mayor cantidad de variantes posibles, de esta manera el modelo sería entrenado de una forma más “general” por lo que el reconocimiento de las distintas señas podría realizarse con distintas personas y en distintos entornos. Cada imagen fue etiquetada de manera manual para poder generar los archivos necesarios para el entrenamiento de nuestro modelo. Se reentrenó el modelo SSD-MobileNet-V1 el cual está optimizado para su despliegue en dispositivos móviles, sistemas embebidos y plataformas WEB para que de esta forma el producto desarrollado, en un futuro, sea desplegado en la mayor cantidad de plataformas posibles.

## Manos que hablan



La “materia prima” de todo el proyecto eran imágenes, en internet podemos encontrar distintas fuentes de datasets con la cantidad suficiente de muestras para realizar un entrenamiento de un modelo de red neuronal, pero debido a lo específico del problema no se encontró ninguna fuente de donde se pudiesen obtener estas muestras. Debido a esto nos dimos a la tarea de recolectar nuestras propias imágenes, que a su vez daban pie al inicio de una dataset con las señas estáticas del alfabeto manual de LSM para investigaciones posteriores. Las imágenes recolectadas fueron de distintos voluntarios en distintos entornos para que de esta forma se generarán la mayor cantidad de variantes entre seña y seña, para que al momento de entrenar nuestro modelo fuese de una manera “general” permitiendo su uso a cualquier persona en cualquier entorno. Ver figura 6.

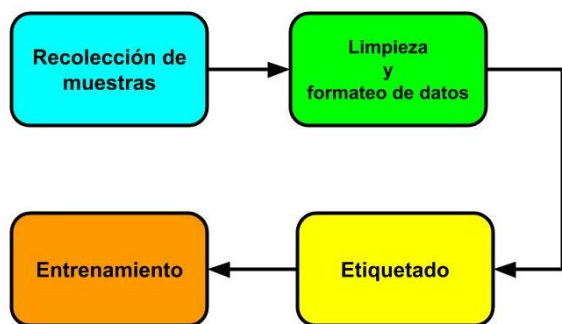


Fig. 6. Pasos generales del proyecto. Elaboración propia 2019.

## Preprocesamiento de los datos

Para poder generar un dataset útil se tenía que realizar distintos procedimientos a las imágenes con las cuales trabajaríamos. Se verificó imagen por imagen para determinar a qué clase de nuestro clasificador pertenecía, en este caso manejamos 27 categorías (A-Z), se determinó la calidad de la imagen con una regla muy sencilla, si en dos segundos o menos no se identificaba la seña a la que pertenecía, es muy probable que el modelo no la identificaría. También, las imágenes fueron redimensionadas para reducir la cantidad de memoria de almacenamiento y la memoria gráfica utilizada durante el entrenamiento del modelo con tarjetas de video gracias a TensorFlow-GPU, las imágenes pasaban de un tamaño original de 1420\*2800 a 800\*600 pixeles de resolución. Los

scripts se desarrollaron con Python y son parte del entregable del proyecto.

## Etiquetado de las imágenes

El etiquetado de las muestras es una parte fundamental en el preprocesamiento de datos, se debe realizar manualmente para identificar cada una de las clases que aparecen en cada una de nuestras imágenes, para desarrollar esta tarea existen distintas herramientas para llevarlo a cabo, en nuestro caso utilizamos el programa Labelimg el cual es open-source. Ver figura 7.

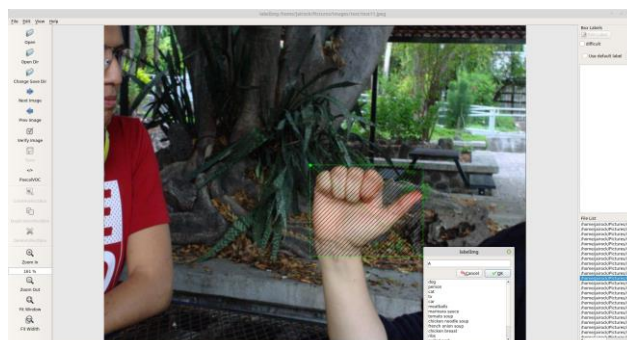


Fig. 7. Interfaz del programa Labelimg. Elaboración propia 2019.

Cada una de las categorías que aparecían en las imágenes se identificaban y encerraban en un rectángulo, el programa Labelimg generaba un archivo XML el cual era asociado a la imagen de donde fue creado, en este archivo se determinaba la ruta a la imagen, el nombre de la clase que aparecía y las coordenadas del rectángulo dibujado para la identificación de la clase. Ver imagen 8.



Fig. 8. Identificación de la clase 'B' y 'J' en las muestras. Elaboración propia 2019.

## Transfer Learning

La técnica de Transfer Learning nos da distintas ventajas al momento de entrenar una red neuronal, podemos destacar cuatro, se tiene un conocimiento previo desde donde inicia el reentrenamiento, la cantidad de muestras para entrenar se reducen considerablemente, se reduce los tiempos de

entrenamiento y el “performance” de la red neuronal aumenta considerablemente. Debido a esto y a los recursos con los que se contaban al inicio de la investigación se consideró como la opción más factible para lograr entrenar una red neuronal que identificaría el alfabeto manual de LSM de manera satisfactoria. Ver figura 9.

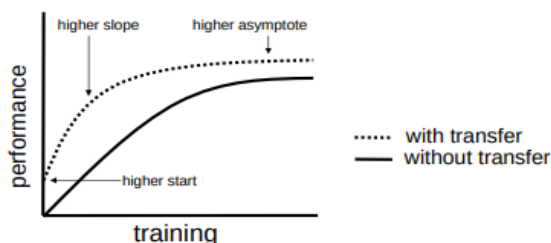


Fig. 9. Relación tiempo de entrenamiento y performance aplicando Transfer Learning. Torrey, L., & Shavlik, J. (2010).

## SSD-Mobile-Net-V1

El modelo que se decidió reentrenar fue el “SSD-MobileNet-V1”, gracias a la arquitectura que emplea y la optimización de capas, nos abre la posibilidad de implementarlo en plataformas WEB, móviles y embebidas. El modelo preentrenado y el archivo de configuración son proporcionados directamente por los repositorios de TensorFlow junto con la documentación necesaria para su implementación y correcto entrenamiento, El modelo fue entrenado con 2772 muestras, de las cuales, el 10% fue para “testing” y el 90% para “training”. Se estimó que la red neuronal necesitaría alrededor de 200 000 pasos para lograr converger, se tomó esta cantidad debido a la documentación y resultados de entrenamiento de otros modelos que nos brinda TensorFlow. Ver figura 10.



Fig. 10. Tiempo contra pérdida, momento en que converge la red. Elaboración propia 2019.

## Materiales

Para elaborar de manera adecuada el proyecto que se realizó durante el verano, se usaron:

1. Cámara fotográfica (Canon EOS Rebel T3).
2. Computador portátil (Acer Nitro 515):
  - a. Intel® Core™ i7-7700HQ
  - b. NVIDIA® GeForce® GTX 1050 de 4 GB
  - c. 8GB DDR4 SDRAM
  - d. Capacidad Total del Disco Duro 1 TB Serie ATA
  - e. Unidad de Estado Sólido (SSD) 256 GB Serie ATA/600
  - f. Sistema Operativo Linux Mint Cinnamon 19
3. Servidor Coatlicue (@coatlicue.uaq.mx):
  - a. Intel® Xeon® CPU E5-2630 v3 @ 2.40GHz 32 núcleos
  - b. 64 GB de RAM DDR4
  - c. NVIDIA, una GeForce GTX 1080 y Tesla K40c
  - d. Sistema Operativo CentOS 7
  - e. 2 TB de almacenamiento
4. Servidor Huitzilopochtli (Synology NAS DS1817) (@huitzil.pascal.uaq.mx):
  - a. Tipos de unidades de almacenamiento admitidas: Unidad de disco duro, SSD.
  - b. Tamaño de la unidad de almacenamiento: 2.5/3.5".
  - c. Frecuencia del procesador: 2,4 GHz.
  - d. Familia de procesador: Intel® Atom™.
  - e. Modelo del procesador: C2538.
  - f. Memoria interna: 8 GB.
  - g. Tipo de memoria interna: DDR3.
  - h. Ethernet LAN X4, velocidad de transferencia de datos: 10,100,1000 Mbit/s.
  - i. Protocolos de red compatibles: CIFS, AFP, NFS, FTP, WebDAV, CalDAV, Telnet, SSH, SNMP, VPN (PPTP, OpenVPN, L2TP).

## Resultados

Dentro de los resultados obtenidos podemos destacar los siguientes:

1. Creación de *dataset*: se creó una *dataset* del alfabeto manual de la Lengua de Señas Mexicana, la cual, contiene más de 2700 muestras. Se etiquetó cada una de las imágenes para poder obtener los archivos de entrenamiento para el modelo de nuestra *red neuronal*. La mayoría de las imágenes recolectadas fueron obtenidas gracias a la comunidad de la Universidad Autónoma de Querétaro y civiles del estado de Querétaro. Ver figura 11.



Fig. 11. Foto tomada en la plática de bienvenida del verano de la ciencia UAQ 2019. Elaboración propia 2019.

2. *Red neuronal* entrenada: con los archivos obtenidos (TfRecords) de la dataset creada, se pudo entrenar un modelo de red neuronal *SSD-MobileNet-V1*. La primera prueba de entrenamiento del modelo duró solamente 15 min, obteniendo resultados deficientes. Ver figura 12. Posteriormente se entrenó nuevamente, esta vez durante 15 horas, se logró la identificación de las vocales de manera satisfactoria. Ver figuras 13 y 14. Por último, proceso de entrenamiento del modelo más robusto hasta el momento, el tiempo que tardó en converger la neurona, fue de aproximadamente 84 horas, obteniendo un *valor de pérdida promedio* de 0.64 aproximadamente. En la literatura se puede encontrar que cuando el *valor de pérdida promedio* es menor a uno, se puede

considerar un entrenamiento lo suficientemente completo para el problema a tratar. Todo el procesamiento y entrenamiento de la *red neuronal* se desarrolló en el servidor *Coaticue* de la facultad de informática de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se logró el reconocimiento, en su totalidad, del alfabeto manual de la Lengua de Señas Mexicana, de forma estática (fotografías) como en tiempo real (video). ver figura 15 y 16.

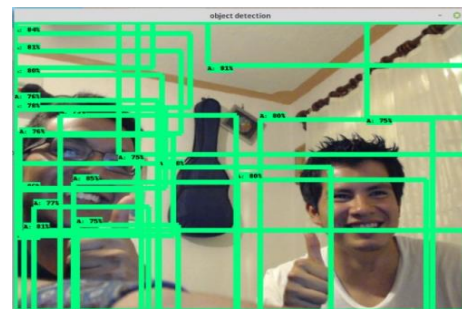


Fig. 12. Primera prueba del modelo entrenado. Elaboración propia 2019.



Fig. 13. Identificación de la vocal 'O' del LSM. Elaboración propia 2019.

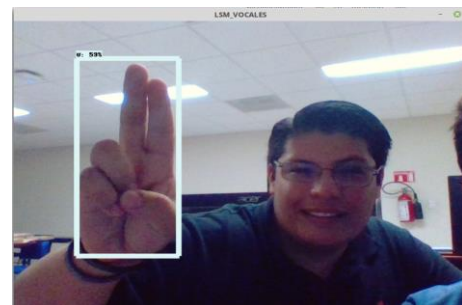


Fig. 14. Identificación de la vocal 'U' del LSM. Elaboración propia 2019.

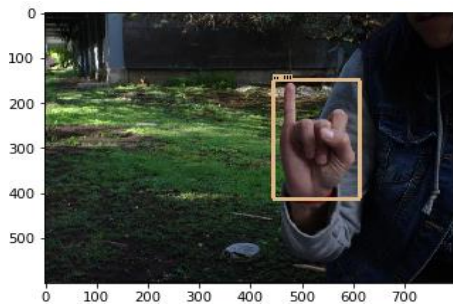


Fig. 15. Reconocimiento de la letra 'l' con el modelo entrenado. Elaboración propia 2019.

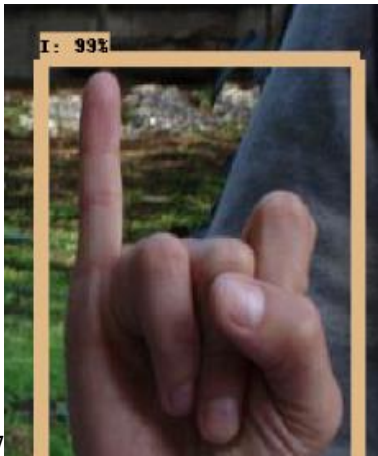


Fig. 16. Porcentaje de probabilidad de pertenencia a la clase 'l'. Elaboración propia 2019.

3. Repositorio en GitHub: toda la investigación, data set y red neuronal será subida y montada sobre un repositorio en GitHub, estará a disposición del mundo el cual será de libre acceso y uso sin fines de lucro. (<https://github.com/jairock282/ittamaitl>)

Actualmente el modelo de red neuronal sigue en entrenamiento en el servidor Coatlicue. Ver figura 17.

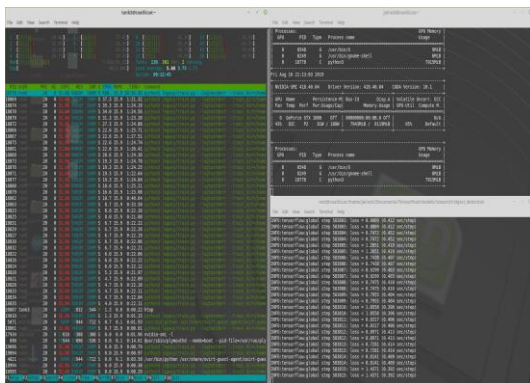


Fig. 17. Proceso de entrenamiento del modelo dentro del servidor Coatlicue. Elaboración propia 2019.

Se decidió nombrar al proyecto como “*Ittamaitl*”, esto fue debido a que al momento de crear el repositorio se nos pidió proporcionar un nombre, “*Ittamaitl*” que su etimología viene del náhuatl “*itta*” que significa ver y “*mailt*” que significa mano por lo tanto se puede deducir que “*Ittamaitl*” significa ver mano, nombre muy adecuado a nuestro proyecto.

## Conclusiones

El reconocimiento de patrones es uno de los problemas más complejos de la computación y cada vez se encuentra de forma más cotidiana en nuestra vida. Gracias a esta tendencia, ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas como lo es *Tensorflow*, el cual, de una manera más sencilla nos permite un acercamiento a la inteligencia artificial. El reconocimiento de patrones busca resolver problemas cada vez más específicos como lo es reconocimiento de señas particulares de la Lengua de Señas Mexicana. A pesar de que nuestro modelo logra reconocer de forma óptima las señas, no logramos la velocidad de reacción deseada, estimamos que es debido a la cantidad de muestras que se utilizaron además del tiempo que se empleó para poder entrenarla ya que ambos puntos fueron muy limitados. Cabe mencionar que el proyecto “*Ittamaitl*” se planea seguir trabajando en proyectos y eventos futuros.

## Agradecimientos

Queremos agradecer, en primera instancia, a nuestras familias, por toda la paciencia y apoyo que nos han brindado durante toda la carrera y ahora más en el verano de la ciencia UAQ 2019. Así como a nuestros amigos por el apoyo en nuestras locuras y proyectos.

De igual forma queremos agradecer a la Dra. Sandra Canchola, por el apoyo, paciencia, asesoramiento y fe en nuestro proyecto ya que ella ha sido pilar en nuestra aventura como investigadores.

También quisiera agradecer a mi compañero y amigo Jaime con el cual, aunque no tengo mas que solo un año de conocerlo y podido aprender mucho

de él, cabe aclarar que el a sido uno de los que ha estado detrás de mi crecimiento educativo.

## Bibliografía

- Kurzweil, R., Richter, R., Kurzweil, R., & Schneider, M. L. The age of intelligent machines. Cambridge, MA: MIT press 1990.
- Acosta, L., Calvo, T., Maya, D., & Sanabria, E. Diccionario español-lengua de señas mexicana. DIESEM. Dirección de Educación Especial, SEP. México, DF. 2004.
- Géron, A. Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow: concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. O'Reilly Media, Inc. 2017.
- Torrey, L., & Shavlik, J. Transfer learning. In Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques. IGI Global. 2010.
- Rothman, D. Artificial intelligence by example. 2nd ed. Birmingham, UK. 2018.
- Russell, S. J., & Norvig, P. Artificial intelligence: a modern approach. Malaysia. 2016.
- Minsky, M., & Papert, S. A. Perceptrons: An introduction to computational geometry. MIT press. 2017.
- Sossa Azuela, J. "Neural Networks: From Classic to Modern Methods". Mexican Conference of Pattern Recognition. Santiago de Querétaro, Querétaro, junio 2019.
- Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., & Kudlur, M. "Tensorflow: A system for large-scale machine learning", pp. 265-283. Disponible en <https://www.usenix.org/system/files/conference/osdi16/osdi16-abadi.pdf> [Consultado en 2019].
- J. Dean, G. S. Corrado, R. Monga, K. Chen, M. Devin, Q. V. Le, M. Z. Mao, M. Ranzato, A. Senior, P. Tucker, K. Yang, and A. Y. Ng. Large scale distributed deep networks. In Proceedings of NIPS, pp 1232–1240. Disponible en [https://research.google.com/archive/large\\_deep\\_networks\\_nips2012.pdf](https://research.google.com/archive/large_deep_networks_nips2012.pdf) [consultado en 2019].
- Howard, A., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M. and Adam, H. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. Vol. 1. Disponible en <https://arxiv.org/abs/1704.04861> [Consultado en 2019].
- Gómez Flores, W. Reconocimiento de objetos en fotografías. Tamaulipas: CINVESTAV. Disponible en <https://www.tamps.cinvestav.mx/~wgomez/toptamps/presentacion.pdf> [Consultado en 2019].
- Carrasco Ochoa, J. Reconocimiento de patrones. INAOE. Disponible en <https://ccc.inaoep.mx/~ariel/recpat.pdf> [Consultado en 2019].
- Huang, J., Rathod, V., Sun, C., Zhu, M., Korattikara, A., Fathi, A., Fischer, I., Wojna, Z., Song, Y. and Guadarrama, S. Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors. Google Research. Disponible en <https://arxiv.org/abs/1611.10012> [consultado en 2019].
- Prieto, R., Herrera, A., Pérez, L., & Padrón, A. El modelo neuronal de McCulloch y Pitts: Interpretación comparativa del modelo. Disponible en <http://medicinaycomplejidad.org/pdf/reciente/r31459.pdf> [Consultado en 2019].
- Jantzen, J. Introduction to perceptron networks. Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark, Technical Report. Disponible en: <http://saba.kntu.ac.ir/EECD/FATEHI/LECTURES/INTELLIGENT%20SYSTEMS/NeuNet/Papers/NeuralNetworksTutorial.pdf> [Consultado en 2019].
- Torrey, L., & Shavlik, J. Transfer learning. In Handbook of research on machine learning applications and trends: algorithms, methods, and techniques. IGI Global, 2010.

# Política laboral para jóvenes y economías locales: Primeros resultados de Jóvenes Construyendo el Futuro.

Paulina Hernández Mendoza

Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal

Maestro e investigador de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Querétaro

Contacto: enriquekato@uaq.mx

## Resumen

Las políticas laborales a través de los años han tenido un impacto importante dentro del desarrollo laboral de México a partir de la crisis de la década de los ochenta.

En la actual presidencia (2018 – 2024) se ha recurrido a la implementación de una política laboral, la cual consiste en un programa conocido como Jóvenes Construyendo el Futuro (JCF). En el presente trabajo se busca encontrar cual es el impacto de la actividad económica respecto a la participación de los jóvenes dentro del programa JCF en el primer trimestre de 2019.

El análisis se realizó en el periodo 2005, 2015 – 1T 2019, se incluyó una muestra de 11 entidades federativas elegidas al azar. Entre los resultados encontrados se observó que el grupo con la actividad económica pequeña tiene una mayor participación en el programa JCF tanto de parte de las empresas con un 52.5% en promedio como de parte de los jóvenes. Los resultados obtenidos son útiles para predecir la situación del programa en los años siguientes.

## Palabras Clave

Políticas Laborales, actividad económica, jóvenes.

## Abstract

Labour policies over the years have had a major impact on Mexico's labor development since the crisis of the 1980s.

In the current presidency (2018 –2024), a labour policy has been implemented, consisting of a programme known as Jóvenes Construyendo el Futuro (JCF). The aim of this paper is to find out the impact of the economic activity on the participation of young people in the JCF programme in the first quarter of 2019.

The analysis was carried out in 2005, 2015 – 1T 2019, a sample of 11 randomly chosen federative entities was included. Among the findings, it was noted that the group with small economic activity has a greater participation in the JCF program from both companies with an average of 52.5% and from young people. The results obtained are useful for predicting the status of the programme in the following years.

## Key Words

Labour Policies, economic activity, youth.

## Introducción

Desde hace varias décadas muchas Presidencias han hecho énfasis en la implementación de políticas de mercado laboral para hacer frente al desempleo que se ha experimentado a través de los años. Así mismo han buscado mostrar apoyo a los jóvenes, quienes representan el sector más vulnerable en tiempos de crisis, esto se debe a que durante este periodo los jóvenes son los que tiene más afectaciones, como lo es una mayor pérdida de empleo.

Es importante mencionar que no solo en México se han implementado políticas laborales, también en Alemania tras la reunificación alemana, ya que de tener el 0% de desempleo en 1990 pasó a tener el 10% de desempleo en 1991. El tipo de política que se implementó fue un Programa de Creación de Empleo (PCE), el cual tenía como objetivos primordiales el otorgamiento de experiencia en el mercado laboral a las personas y cambiar la distribución de la oferta salarial para los participantes (Bergemann, Pohlan y Unlendorff,

2017). Lo que se concluye es que el PCE en una economía turbulenta no tiene efectos negativos en la probabilidad de encontrar un empleo regular en los primeros 12 meses de participación, también se mostró que las mujeres y las personas calificadas abandonan el desempleo más rápido que otros grupos. Por otra parte, no hay pruebas convincentes que muestren que las tasas de retención de puestos de trabajo estén influenciadas por los PCE y tampoco se mostró que los desempleados de larga duración también se benefician de la participación en los PCE (Bergemann, et al (2017).

La actual Presidencia de México (2018 – 2024) no descarta la idea de crear políticas laborales, es por ello que tiene como uno de sus objetivos principales favorecer la participación en la actividad económica de los jóvenes de entre 18 a 29 años de edad. Su política laboral consiste en la creación de un programa llamado Jóvenes Construyendo el Futuro (JCF) el cual se busca que las empresas les brinden oportunidad a los jóvenes para incorporarse al mercado laboral.

El objetivo del trabajo es encontrar la participación de los jóvenes dentro de JCF y observar si la participación depende del tamaño de la actividad económica en las 11 entidades. Es posible pensar que existan otras razones por las cuales puede o no haber participación en el programa, como que exista una necesidad económica generalizada dentro de una entidad, la oferta de empleo sea limitada o incluso se necesite de un alto grado de estudio para entrar al mercado laboral lo que resulta una limitante para las personas poco calificadas. El participar en el programa resulta importante pues logra posicionar a los jóvenes dentro del mercado laboral, además de que se piensa que los jóvenes podrán desarrollar habilidades que les permitan obtener empleos en un futuro.

De acuerdo con (Morkute, Koster, y van Dijk, 2017) otra razón por la cual podría haber mayor participación de personal en algún sector de la actividad económica sería por la reasignación del empleo, específicamente en las industrias con crecimiento o declive del empleo. En el trabajo que realizaron se concluyó que el descenso en algunas industrias se contrarresta con el crecimiento en otras, esto muestra que las industrias pueden

mostrarse como competidores, ya que el crecimiento de unos se ve facilitado por la extracción de los recursos de otros. En segundo lugar se muestra que las industrias relacionadas son las más capaces de reciclar, re-agrupar y transformar los recursos de las industrias en declive.

La razón que se plantea anteriormente no sería otra razón por la cual los jóvenes participaran o no en el programa, esto debido a que los jóvenes que participan en el programa deben ser personas que en la actualidad no estudien y no trabajen, por lo tanto, el hecho de que una industria se encuentre en crecimiento o declive no tendría repercusión alguna.

La participación de los jóvenes en el programa también puede ser debido a que existe una creación de negocios y esto brinde a los jóvenes mayor oportunidad de participar en el mercado laboral, en un artículo realizado por (Koster, y Delfmann, 2016) en donde se muestran los efectos de la creación de nuevos negocios en economías con un declive en la población se muestra que un primer descubrimiento es que los nuevos negocios tienen un impacto positivo y significativo en el cambio de empleo en municipios que enfrentan un declive en la población. Un segundo descubrimiento es que el efecto del empleo indirecto de los nuevos negocios es limitado en regiones que enfrentan un declive en su población. Esto sugiere que las empresas existentes se resisten a los retos planteados por los nuevos negocios, posiblemente porque los nuevos negocios no están mostrando mayor desarrollo innovador. El documento (Koster y Delfmann, 2016) también reitera la importancia del contexto regional en el desarrollo económico. Es importante señalar que el efecto global de la actividad empresarial en el empleo ha sido positivo. Este es un hallazgo importante en el sentido de que sugiere a los gobiernos locales que sigan fomentando la creación de nuevas empresas, también en contextos económicos más adversos. Es evidente que la economía mexicana no se encuentra en la misma situación que la economía estudiada por los autores antes mencionados, sin embargo algunos puntos pueden ser tomados en cuenta para el caso de México, como el hecho de que el gobierno fomente la creación de nuevos negocios. Otro punto a considerar es que en el texto se plantea el hecho de

que las empresas ya existentes no tienen efectos negativos una vez que nuevas empresas se crean, esto debido a que posiblemente no hay innovación por parte de las empresas, este punto podría justificar el hecho de que las nuevas empresas en México realmente no generen nuevos empleos y se sigan manteniendo los empleos ya existentes.

En el presente trabajo se quiere analizar el hecho de que los jóvenes entren al programa de acuerdo con la actividad económica de cada estado.

## Objetivos

El objetivo general del presente trabajo es encontrar que impacto tiene el tamaño de la actividad económica en la participación de los jóvenes en el programa JCF en el primer trimestre de 2019, en las 11 diferentes entidades federativas, tomando en cuenta que cada entidad tiene un tamaño y crecimiento diferente de la actividad económica. Se buscan utilizar los porcentajes de jóvenes y empresas registradas en el programa para facilitar el estudio.

## Metodología

Para estudiar Jóvenes Construyendo el Futuro se usaron dos variables diferentes que se explican a continuación para las diferentes entidades federativas, dado que cada entidad federativa tiene diferentes dimensiones, es decir, diferentes tamaños de la actividad económica y de la población, se eligió como variable de estudio el porcentaje del programa JCF.

Un primer indicador fue el porcentaje de empresas respecto al número total de patrones registrados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

$$E_{i,t} = \left( \frac{EJCF}{EImss} \right) * 100$$

donde  $E$  es un indicador de las empresas,  $EJCF$  son las empresas registradas en el programa  $JCF$ ,  $EImss$  son las empresas registradas en el Imss,  $i$  se refiere a cada una de las 11 entidades federativas utilizadas en la muestra y  $t$  corresponde a cifras del primer trimestre de 2019.

Un segundo indicador fue el porcentaje de jóvenes inscritos respecto al número de jóvenes trabajadores entre 15 y 29 años

$$I_{i,t} = \left( \frac{IJCF}{PEA \text{ joven}} \right) * 100$$

donde  $I$  es un indicador de jóvenes,  $IJCF$  jóvenes inscritos al programa JCF,  $PEA \text{ joven}$  es la población económicamente activa de entre 15 a 29 años  $i$  refiere cada una de las 11 entidades federativas utilizadas en la muestra y  $t$  corresponde a cifras del primer trimestre de 2019.

Las fuentes de información fueron tres: (1) JCF (STPS) en esta fuente se muestran todos los datos respecto a los jóvenes que han participado en el programa y empresas registradas al programa, ambos datos se presentan de forma nacional y por entidad federativa; (2) Instituto Mexicano del Seguro Social (Imss) en esta fuente se presentan datos respecto a los tipos de patrones a través del tiempo, desde patrones con 1 asegurado hasta patrones con más de 1000 asegurados, estos datos se muestran nacionales y por entidad federativa; y (3) Inegi-Enoe en esta fuente se encuentran datos de la población económicamente activa por rango de edad.

Se tomó una muestra de 11 entidades federativas (ver cuadro 1). Las 11 entidades se eligieron usando una muestra aleatoria simple sin reemplazo.

A continuación se muestra la estadística descriptiva

En el Panel a del cuadro #1 se observan las 11 entidades que fueron seleccionadas al azar, en el cuadro se reportan los resultados de los indicadores antes mencionados por entidad. Los estados con más participación de los jóvenes en el programa es Guerrero con un 12.29% y Tlaxcala con un 10.27%. Respecto a las empresas, los estados con mayor participación de las empresas son nuevamente Tlaxcala con un 73.09% y Guerrero con un 56.04%. Como se puede observar la participación de los jóvenes mantiene una relación con la participación de las empresas, pues mientras más empresas participan más jóvenes también



participan y mientras menos empresas participan menos jóvenes participan.

En el panel b se puede observar el total nacional de los conceptos marcados en el panel a, también promedios de las muestras. Lo anterior es útil pues facilita la comprensión del contexto.

Las variables que se quieren explicar son el número de empresas ( $E_{i,t}$ ) y de jóvenes ( $I_{i,t}$ ) registrados a JCF. Por su parte, la literatura sugiere que las variables explicativas son aquellas que las condiciones del mercado laboral en cada entidad federativa.

Cuadro 1 México. Trabajadores y becarios jóvenes según entidad federativas seleccionadas (2019. 1er trimestre)

Panel a. % jóvenes inscritos vs. PEA y % empresas inscritas vs. Total de patrones registrados IMSS

Entidad	Jóvenes inscritos a JCF (a)	PEA jóvenes (b)	Indicador -1 (c) = (a)/(b) * 100	Empresas inscritas a JCF (d)	Patrones registrados en el IMSS (e)	Indicador-2 (f) = (d)/(e) * 100
Aguascalientes	3,256	179,052	1.82	1,219	15,767	7.73
Colima	5,587	110,194	5.07	1,916	10,210	18.77
Chihuahua	7,200	497,040	1.45	2,451	39,214	6.25
Guanajuato	8,291	803,091	1.03	1,918	48,225	3.98
Guerrero	51,217	416,875	12.29	7,684	19,812	56.04
Morelos	26,654	224,818	11.86	3,424	12,106	28.28
Nuevo León	3,107	675,046	0.46	1,384	67,507	2.05
Puebla	21,417	824,142	2.60	3,538	32,234	10.98
Querétaro	6,227	233,564	2.67	2,694	24,645	10.93
Quintana Roo	8,517	256,342	3.32	2,000	15,684	12.75
Tlaxcala	17,063	166,127	10.27	3,659	5,006	73.09

Panel b. Estadística Descriptiva

	Jóvenes inscritos a JCF (a)	PEA jóvenes (b)	Indicador -1 (c) = (a)/(b)* 100	Empresas inscritas a JCF (d)	Patrones registrados en el IMSS (e)	Indicador-2 (f) = (d)/(e)*100
Total nacional	806,143	15,244,350	1	153,007	980,528.3	2
Suma de las 11 entidades	158,536	4,386,291	53	28,228	290,410	231
Suma de las 11 entidades entre cifra nacional	20	29	43	18	30	154
Promedio nacional	25,192	476,386	0.0381	4,781	30,648	0.0468
Promedio de la muestra	11,412	398,754	5	2,566	26,401	21
Desviación estándar de la muestra	13,757	251,223	4	1,712	17,997	22

Fuente: Elaboración propia con datos de (Inegi+stps+Imss)

Para clasificar a las entidades federativas según las condiciones del mercado laboral, se analizó la evolución del número de trabajadores asegurados al Imss y se calculó la tasa de crecimiento promedio anual (tcma) de 2005 – 2018.

Cuadro 2 Cambio puntos porcentuales en empresas (2005 - 2018)

Entidad	Mic ro 1- 5	Peque ña. 6 - 50	Median a 51 - 250	Grande 251 y +1000
Aguas calientes	-6	4.3	1.1	0
Colima	-4	3.2	0.9	0
Chihuahua	-14	12	1.9	0.49
Guanajuato	-6	3.7	1.4	0.5
Guerrero	-2	1.6	0.1	0
Morelos	-2	1.5	0.7	0
Nuevo Leon	-7	4.2	1.7	0.7
Puebla	-5	3.8	0.9	0
Querétaro	-7	4.8	2	0.46
Quintana Roo	-5	2.8	1.7	0.9
Tlaxcala	-3	3.3	0.1	0

Fuente: elaboración propia con datos de Imss

Se calculó el cambio en la composición según tamaño de empresa-patrón. La información es consistente usando ambos criterios: TCMA de asegurados o cambio en puntos porcentuales de empresas cotizantes al Imss.

Se hallaron cuatro grupos que son consistentes

Grupo 1 pequeñas empresas:  
Guerrero, Morelos, Tlaxcala.

Grupo 2 pequeñas y medianas empresas: Aguascalientes, Colima, Puebla.

Grupo 3 medianas empresas:  
Chihuahua, Querétaro.

Grupo 4 grandes empresas:  
Guanajuato, Nuevo León, Quintana Roo.

Cuadro 3. TCMA en los diferentes grupos de las empresas y cambio en puntos porcentuales

Grupo (variable explicativa)	Trabajadores asegurados (TCMA% 2005-2018)	Cambios en Puntos Porcentuales
1	1.8	1.8%
2	3.2	1.8%
3	3.4	1.9%
4	5.3	0.80%

Fuente: Elaboración propia con datos del Inegi

En base a la última columna del cuadro 3 se construyó la variable explicativa (G). Para cada uno de los grupos se creó una variable indicadora, es decir, se anexaron cuatro columnas a la base de datos. Si la entidad pertenece al grupo respectivo, la celda toma el valor de 1 y cero en caso contrario.

Para probar la capacidad explicativa de los grupos respecto a la tasa de registro de JCF se corrió un análisis de regresión donde la variable explicativa describe las condiciones del mercado laboral local y la

variable de interés es el porcentaje de registro en JCF.

## Resultados

El análisis consistió en establecer la magnitud del vínculo entre el porcentaje de registro JCF y la variable categórica de grupo (ver cuadro 3). Se corrieron dos regresiones; una para la variable de empresas (ecuación 1) y otra para la variable de jóvenes (ecuación 2) en JCF.

En la primera ecuación que busca asociar las condiciones del mercado local con el porcentaje de empresas registradas, se espera que haya un mayor porcentaje de empresas participantes en JCF en los estados en que las pequeñas empresas hayan cobrado mayor importancia.

La estimación se reporta en la ecuación 1, se halló el signo positivo esperado. A diferencia de los análisis preliminares, sólo se encontraron dos grupos diferentes. Esto es, en el país hay dos tipos de entidades según su tasa de registro de empresas en JCF (Ver gráfica 1). Un primer grupo con alta tasa (52.5%) de empresas participantes en JCF, conformado por Morelos, Tlaxcala y Guerrero. El segundo grupo son el resto de ocho entidades de la muestra, el promedio de este segundo grupo es 9.2%.

Los coeficientes de la ecuación son

$$(1) \quad E_{i,t} = 9.2 + 43.3 \times G_i + \epsilon_{i,t}$$

(t)      (2.23)      (5.49)

Se muestra el estadístico  $t$  entre paréntesis.

donde  $E$  es el porcentaje de empresas registradas en JCF respecto al total de empresas que cotizan al IMSS,  $G$  es una variable dicotómica que toma el valor de

1 si la entidad  $i$  está en el grupo alto (Morelos, Guerrero y Tlaxcala) y 0 en cualquier otro caso y  $\epsilon$  es un error aleatorio.

Los estadísticos de la ecuación 1 son

$$F(1, 9) = 30.1, \text{prob}(0.0004), \bar{R}^2 = 0.744$$

\*\_\*\_\*

A semejanza de la ecuación 1 se construyó la ecuación 2

$$(3) \quad I_{i,t} = 2.34 + 2.48 \times G_i + u_{i,t}$$

(t)      (4.85)      (2.68)

$$F(1, 9) = 7.17, \text{prob}(0.0253), \bar{R}^2 = 0.382$$

/-/

Importante señalar que hay una relación entre  $G=1$  y %L en Imss

Total de la muestra 56.2%

Grupo 1 = 30.4%

Resto = 65.9%

\*\_\*\_\*

Para predecir el indicador de porcentaje de jóvenes registrados se halló que el porcentaje de trabajadores asegurados es una buena variable predictora. La ecuación resultante fue

$$(3) \quad I_{i,t} = 6.9 - 0.07 \times L_i + \epsilon_{i,t}$$

(t)      (6.98)      (-4.15)

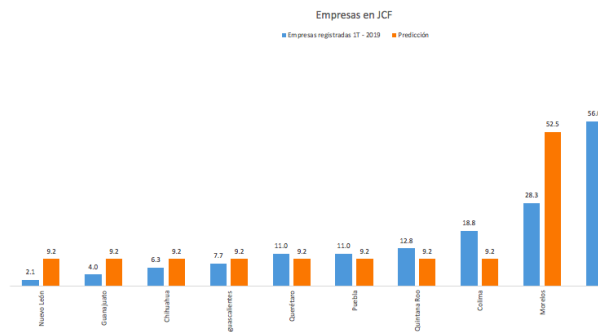
Se muestra el estadístico  $t$  entre paréntesis. Los estadísticos de la ecuación 2 son

$$F(1, 9) = 17.24, \text{prob}(0.0025), \bar{R}^2 = 0.619$$

donde  $I$  es el porcentaje de jóvenes registrados respecto jóvenes PEA,  $L$  es el porcentaje de trabajadores asegurados respecto al total de trabajadores (asegurados y no asegurados) y  $\varepsilon$  es un error aleatorio.

La predicción en buena medida muestra una ligera similitud en ciertos estados (Ver gráfica 2) como Querétaro, Aguascalientes, Guanajuato y Morelos. Así mismo se muestra que los estados que tienen mayor participación de registros por parte de las empresas también muestran un alto número de registros por parte de los jóvenes.

Gráfica 1 Empresas registradas a JCF vs. Predicción

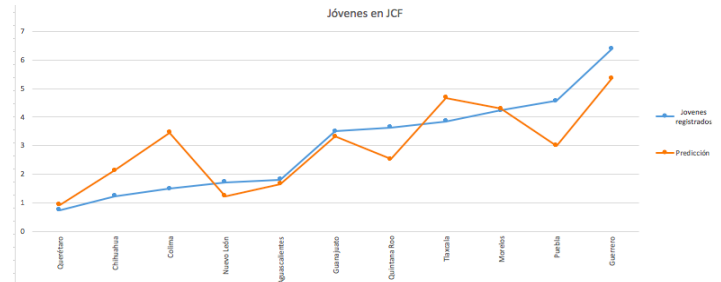


Fuente: Elaboración propia en base a la ecuación 1 y a los cuadros 1 y 3.

En la gráfica se puede observar que 8 entidades cuentan con una participación en el programa por parte de las empresas baja, mientras 3 entidades cuentan con un número de participación elevado. También se puede observar en las columnas de predicción los dos grupos

que se crean, uno de 9.2% y el otro de 52.5%.

Gráfica 2 Jóvenes registrados a JCF vs. Predicción



Fuente: Elaboración propia en base a la ecuación 2 y al cuadro 1.

En esta gráfica se puede observar el número de jóvenes registrados al programa y la predicción que se puede hacer respecto a los datos. La entidad con mayor participación es Guerrero y la entidad con menor participación es Querétaro.

## Discusión y Conclusiones

En el presente trabajo se pretendía encontrar si el tamaño de la actividad económica en las diferentes entidades seleccionadas tenía un impacto en la participación del programa Jóvenes Construyendo el Futuro. A través de una muestra aleatoria simple se obtuvieron 11 entidades, las cuales se agruparon para facilitar el estudio, la agrupación se realizó de acuerdo al tipo de empresas que habían tenido mayor relevancia de 2005 a 2018, al final quedaron únicamente dos grupos que reflejaron los resultados obtenidos. Se realizaron regresiones para ambos grupos, empresas y jóvenes, con el fin de poder ver las predicciones en ambos casos.

Después de hacer la investigación y dar a conocer los resultados se puede concluir

que efectivamente existe una mayor participación dentro del programa por parte de entidades en donde las empresas pequeñas cobraron mayor importancia en los últimos años, como es el caso de Guerrero, Morelos y Tlaxcala, además la participación es realmente elevada respecto al resto de las entidades. Por su parte las entidades en donde las empresas medianas y grandes cobraron mayor importancia en los últimos años muestran una participación baja en el programa, Querétaro y Quintana Roo son las únicas entidades en donde la participación dentro del programa se encuentra por encima de algunas entidades en donde las empresas pequeñas cobraron mayor importancia.

Es posible observar en casi todas las entidades una relación en la participación de empresas y jóvenes dentro del programa; sin embargo, en Querétaro en donde la participación de las empresas es superior respecto a otras, la participación de los jóvenes dentro del programa es menor respecto al resto de entidades, a pesar de ello se puede observar que la participación general de esta entidad es pequeña dentro del programa. Por lo tanto, se puede concluir que en las entidades en donde existe mayor participación por parte de las empresas también se puede observar mayor participación de jóvenes dentro del programa, no en la misma magnitud ya que las empresas existentes son menores a la cantidad de jóvenes con posibilidad de trabajar en el rango de edad de 15 a 29 años.

### **Agradecimientos**

En primer lugar, queremos agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro por la darnos la oportunidad de participar en

el XIII Verano de Introducción de la Ciencia UAQ y al Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro por colaborar en este evento. El presente trabajo recibió el apoyo financiero e institucional del Fondo para el Fortalecimiento de la investigación FOFI-UAQ-2018.

### **Bibliografía**

- Bergemann, A., Wohlan, L. y Uhlendorff, A. (2017) The impact of participation in job creation schemes in turbulent times. *Labour Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2017.05.007>
- Morkute, G., Koster, S. y van Dijk, J. (2017) Employment Growth and Inter-industry Job Reallocation: Spatial Patterns and Relatedness. *Regional Studies*, 51(6), 958-971. <https://doi.org/10.1080/003434404.2016.1153800>
- Delfmann, H. y Koster, S. (2016) The effect of new business creation on employment growth in regions facing population decline. SpringerLink. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00168-015-0738-1>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2019.) Jóvenes Construyendo el Futuro. Recuperado el 1 de julio de 2019, de <https://jovenesconstruyendoelfuturo.stps.gob.mx/>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2019). Consulta dinámica (Cubos).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.

Cuadro 4 México. Trabajadores y becarios jóvenes según entidad federativas (2019. 2do trimestre)

Entidad	PEA jóvenes	Jóvenes inscritos JCF	Indicador 1	Patrones registrados IMSS	Empresas inscritos JCF	Indicador 2
Aguascalientes	181,884	4,638	2.55	15,927	1,595	10.01
Baja California	515,977	2,150	0.42	40,988	601	1.47
Baja California Sur	123,639	3,407	2.76	12,528	1,238	9.88
Campeche	121,158	20,990	17.32	6,015	6,006	99.85
Coahuila de Zaragoza	381,713	5,332	1.40	34,318	1,595	4.65
Colima	109,925	7,039	6.40	10,353	2,300	22.22
Chiapas	651,958	124,264	19.06	14,329	11,624	81.12
Chihuahua	521,695	9,547	1.83	39,509	3,081	7.80
Ciudad de México	999,496	42,159	4.22	116,159	6,478	5.58
Durango	228,612	7,157	3.13	13,748	1,263	9.19
Guanajuato	849,721	10,576	1.24	48,633	2,400	4.93
Guerrero	433,962	62,040	14.30	13,913	8,060	57.93
Hidalgo	330,788	18,649	5.64	15,409	3,354	21.77
Jalisco	1,157,501	18,578	1.61	95,497	4,261	4.46
México	2,086,894	87,156	4.18	71,868	9,982	13.89
Michoacan de Ocampo	653,063	56,274	8.62	35,453	14,869	41.94
Morelos	216,388	33,732	15.59	12,206	3,712	30.41
Nayarit	178,169	10,457	5.87	12,429	2,936	23.62
Nuevo León	683,837	4,308	0.63	68,241	1,473	2.16
Oaxaca	511,640	37,347	7.30	13,454	6,391	47.50
Puebla	847,029	25,762	3.04	32,670	3,746	11.47
Querétaro	244,025	8,234	3.37	24,970	3,182	12.74
Quintana Roo	263,144	11,320	4.30	16,651	2,686	16.13
San Luis Potosí	360,476	10,895	3.02	22,644	2,618	11.56
Sinaloa	373,891	11,695	3.13	39,813	3,307	8.31
Sonora	411,098	5,134	1.25	38,003	992	2.61
Tabasco	268,397	103,255	38.47	10,485	14,296	136.35
Tamaulipas	459,728	13,099	2.85	10,485	3,488	33.27
Tlaxcala	173,998	22,228	12.77	5,082	4,562	89.77
Veracruz de Ignacio de la Llave	915,980	90,501	9.88	43,749	15,444	35.30
Yucatan	302,685	18,204	6.01	19,589	5,043	25.74
Zacatecas	195,370	13,873	7.10	11,854	4,487	37.85

Fuente: Elaboración propia con datos de (Inegi+stps+Imss)

# Identificación de kafirinas en heces de conejos en engorda.

**Andrea Monserrat Jurado Rangel\***; **José Guadalupe Gómez Soto\***.

\*Área Cunicola (ARCUN-UAQ),  
Universidad Autónoma de  
Querétaro

(amjrmaq@gmail.com;  
jose.gomez@uaq.mx)

## Resumen

Las kafirinas son proteínas asociadas con la baja digestibilidad proteica del sorgo. Se determinó la presencia de kafirinas  $\gamma$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  y  $\delta$  en las heces blandas (cecotrofos) y duras de conejos en engorda alimentados con dietas elaboradas con sorgo y diferentes concentraciones de fibra detergente neutro (FDN), con el objetivo de determinar el efecto que tiene la cecotrofia y el nivel de FDN sobre la presencia de estas proteínas en las heces. Se emplearon 24 conejos en engorda y a través de la técnica de *Western blot* y geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) teñidos con azul de Coomassie R-250 se observó que a pesar del nivel de FDN y del proceso de cecotrofia, las kafirinas siguen estando presentes en las heces blandas y duras, por lo que no son digeridas y absorbidas en el tracto gastrointestinal totalmente.

## Summary

Kafirins are proteins associated with low protein digestibility of sorghum. It was determined the presence of  $\gamma$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$  and  $\delta$  kafirins in the soft feces (caecotrophes) and hard feces of fattening rabbits fed with diets elaborated with sorghum and different concentrations of neutral detergent fiber (FDN), with the objective of determine the effect cecotrophy and the level of the FDN on the presence of these proteins on the feces. 24 fattening rabbits were used and through *Western blot* method and polyacrylamide gels (SDS-PAGE) stained with Coomassie Brilliant Blue R-250 it was observed in spite of the level of FDN and the process of caecotrophy the kafirins were still present in the hard and soft feces, so that they were not digested and fully absorbed in the gastrointestinal tract.

## Palabras clave

Cecotrofos, heces duras, kafirinas, cunicultura.

## Key words

Caecotrophes, hard feces, kafirins, cuniculture.

## Introducción

En la actualidad hay 7700 millones de habitantes en el planeta (Worldometers, 2019), de los cuales 134 millones viven en México (Countrymeters, 2019), y esta población necesita comer proteína de origen animal de calidad. Desafortunadamente no todos ellos tienen acceso a alimentos inocuos y de calidad nutricional. La cunicultura surge como una solución para la inseguridad alimentaria en México, con la posibilidad de obtener carne con bajo contenido de



grasa y alto contenido proteico de excelente calidad.

Un tema prioritario en las producciones ganaderas es la alimentación, ya que hasta 60% de los gastos totales de producción son destinados a este rubro. El sorgo (*Sorghum bicolor*) es el cereal más utilizado en México para la alimentación animal debido a que es cultivado en áreas secas y de baja humedad (Rakshit *et al.*, 2014), en promedio algunas de sus características químicas son: proteína cruda: 8.9%, extracto etéreo: 3%, fibra cruda: 2.3%, fibra detergente neutra: 8.8%, fibra detergente ácida: 4.5%, almidón: 64.2% (FEDNA, 2016).

Dentro de las proteínas que contiene en el endospermo podemos encontrar las kafirinas, que se compone de una fracción soluble en alcohol y otra soluble en condiciones no reductoras; además de las kafirinas, otro componente importante son los taninos, pues fijan las proteínas del grano e inhiben la acción de la amilasa, disminuyendo la eficiencia alimentaria entre el 10 y el 30% (Chessa, 2007).

En el caso específico del conejo se lleva a cabo un proceso llamado cecotrofia, que consiste en la auto ingesta de heces blandas. Los cecotrofos, o heces blandas, son el resultado de la primera digestión del alimento; estas heces son ingeridas por el mismo conejo directamente de su ano y se repite el proceso de digestión para aprovechar los nutrientes provenientes de la fermentación en el ciego del animal.

Sin embargo, para llevar a cabo correctamente esta fermentación el conejo necesita un porcentaje considerable de fibra en su dieta, ésta favorece la motilidad intestinal y evita la proliferación de microorganismos

patógenos en el ciego durante la fermentación del alimento (Martínez, 2004).

El sorgo es el cereal más empleado en México para la alimentación animal. Existen pocos trabajos en conejos en México sobre alimentación y de igual manera sobre el aprovechamiento digestivo de las kafirinas en esta especie no hay información encontrada, por lo que es importante conocer qué ventajas digestivas tiene el conejo al realizar la cecotrofia sobre el aprovechamiento de las proteínas más abundantes del grano de sorgo y su relación con el nivel de FDN de la dieta.

## **Objetivo**

Determinar el efecto de la cecotrofia y la cantidad de fibra detergente neutro ingerida sobre la presencia de kafirinas en cecotrofos y heces duras en conejos en engorda.

## **Metodología**

Se emplearon 24 gazapos recién destetados (28 días de edad) de raza Nueva Zelanda, los cuáles fueron distribuidos aleatoriamente en 12 unidades experimentales (UE; 2 gazapos por UE). 4 UE se asignaron a cada una de las 3 dietas experimentales (Cuadro 1) con diferente nivel de FDN (28, 33 y 38 %, dietas o tratamientos experimentales 1, 2 y 3 respectivamente) y durante 42 días los conejos tuvieron libre acceso a dichas dietas. Semanalmente se colectaron heces duras (semanas 1, 2, 3 y 6 de engorda) por la mañana poniendo una malla metálica debajo de las jaulas y el mismo día de la colecta de estas heces se les colocó a los conejos en el cuello, por la tarde, un collarín tipo Isabelino para evitar la cecotrofia y al día siguiente se

colectaron las heces blandas defecadas que estaban en la malla.

Cuadro 1. Composición química de las dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Dietas experimentales		
	Tx1	Tx2	Tx3
Sorgo	18.5	19.0	18.4
Harina de alfalfa	21.0	24.9	6.7
Rastrojo de maíz	20.6	12.8	32.8
Pasta de soya	14.7	20.4	2.7
Pasta de canola	19.6	13.2	32.9
Melaza	5.0	7.0	5.0
Sal	0.5	0.5	0.5
Vitaminas <sup>1</sup>	0.2	0.2	0.2
Minerales <sup>2</sup>	0.1	0.1	0.1
Fosfato bicálcico	---	2.0	---
Carbonato cálcico	---	---	0.7
Energía digestible (MJ/kg MS)	11.7	11.7	11.7
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	10.5	10.2	10.8
Fibra Detergente Neutro	28.0	33.0	38.0
Proteína cruda	16.0	16.0	16.0
Lisina	0.1	1.0	0.8
Treonina	0.7	0.8	0.7
Arginina	1.1	1.1	0.9
Calcio	0.7	1.2	0.7
Fósforo total	0.4	0.8	0.5
Sodio	0.2	0.2	0.2

<sup>1</sup>Cada kg de producto contiene: vitamina A 10.20 unidades internacionales (UI), vitamina D 1.98 UI, vitamina E 0.06 UI, vitamina K 1.20 mg, riboflavina (B2) 7.20 mg, vitamina B12 (cianocobalamina) 0.04 mg, colina 968.58 mg, niacina 36 mg, ácido pantoténico 16.55 mg, tiamina (B1) 0.30 mg, piridoxina (B6) 0.31 mg, biotina 0.08 mg, ácido fólico 0.75 mg.<sup>2</sup>Cada kg de producto contiene: sulfuro 0.02 %, cobalto 0.72 mg, cobre 14.4 mg, hierro 120 mg, manganeso 36 mg, selenio 0.30 mg, yodo 0.96 mg, zinc 144 mg, cloro 0.03%.

Las muestras colectadas se congelaron a -4° C hasta que fueron liofilizadas y posteriormente analizadas químicamente para colocar el mismo nivel de proteína cruda por carril al correr los geles; además las muestras se adicionaron con un agente reductor (Duodu et al., 2002) para ser utilizadas en el proceso de electroforesis.

Para el trabajo se utilizaron en total 24 geles (3 por semana y sus duplicados) de 1.5 mm de grosor preparados con acrilamida al 15%. 12 geles fueron usados para electroforesis y teñidos con azul de

Coomasie, éstos contenía en el primer carril 8 µl de marcador de peso molecular (Broad-Range SDS-PAGE Standards, Bio-Rad), en el segundo 12.5 µg de sorgo y en los restantes 8 pozos se colocaron 50 µg de proteína cruda por muestra, 2 por UE (cecotrofos y heces duras). Otros 12 geles fueron usados para el *Western blot*, en el primer carril se colocaron 12.6 µl de marcador de peso molecular (Kaleidoscope Prestained Standards, Bio-Rad), en el segundo carril 12.5 µg de sorgo y 8 pozos con 50 µg de muestra de heces cada uno.

La electroforesis se llevó a cabo a 110 voltios en un cuarto refrigerado para posteriormente teñir los primeros 12 geles con azul de Coomassie R-250 (Xiao et al., 2015). Los otros 12 geles fueron utilizados para llevar a cabo una transferencia húmeda de proteínas a una membrana de nitrocelulosa (Cat. 162-0115, Bio-Rad), activada previamente con solución de transferencia a 1x. La transferencia se llevó a cabo a 75 voltios por una hora. Posteriormente se sumergieron las membranas en *buffer* de bloqueo con leche descremada al 5% (Le Gall et al., 2005). Después del bloqueo se incubaron por 12 h con el primer anticuerpo policlonal anti kafirinas a una concentración de 1:600 (Gómez et al., 2017). Se prosiguió con 3 lavados con PBS-Tween previos a la incubación del segundo anticuerpo (anticuerpos anti IgG de burro contra conejo) a una concentración de 1:2000 (Gómez et al., 2017). Una vez realizados los últimos 3 lavados con PBS-Tween fueron revelados con el kit Vector-Novaret (SK-4800, Vector-Lab).

## Resultados

En la Ilustración 1 se muestra un gel de electroforesis representativo de los 12 geles teñidos con azul de Coomassie; se

observan proteínas que sugieren ser kafirinas debido a su peso molecular:  $\alpha_1$  (23- 25 kDa)<sup>3</sup> en las muestras de cecotrofos y  $\beta$  (18 kDa)<sup>4</sup> en las muestras de heces duras.

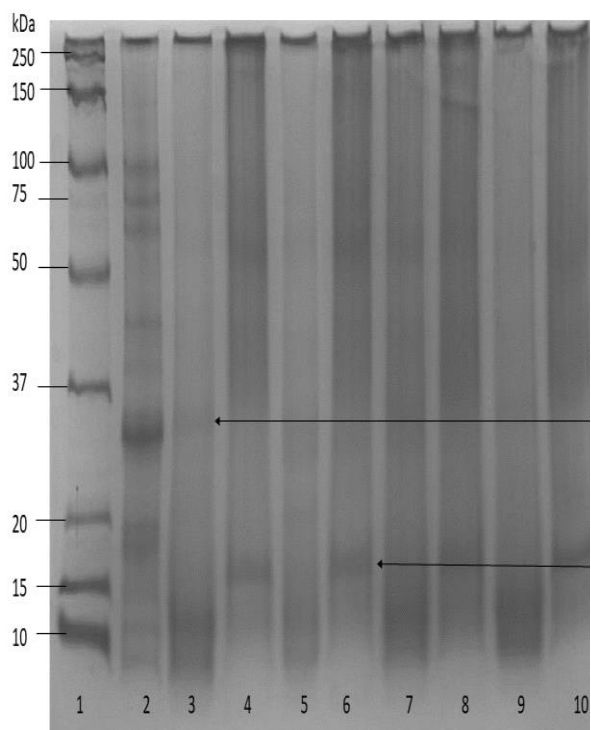


Ilustración 1. Gel de electroforesis con azul de Coomassie con proteínas no digeridas y absorbidas por los conejos alimentados con diferentes concentraciones de FDN, se observan proteínas que sugieren ser kafirinas. 1: Marcador de peso molecular; 2: Sorgo; 3, 5, 7, 9: Heces duras; 4, 6, 8, 10: Cecotrofos.

La Ilustración 2 muestra un *Western blot* representativo de los 12 geles realizados; en él se observa las fracciones de kafirinas detectadas por los anticuerpos.

## Discusión

El sorgo es el cereal más utilizado para alimentar ganado en México (Mariscal-Landín et al., 2004) pero su fracción proteica no logra ser aprovechada en su totalidad debido a la precipitación de proteínas, producto de la interacción mediante puentes de hidrógeno y

asociaciones no polares hidrofóbicas entre los taninos y las proteínas (Butler et al., 1984), por un lado, y por otro debido a las kafirinas.

En los geles teñidos con azul de Coomassie no se logran apreciar con claridad las distintas fracciones de kafirinas ( $\gamma$ ,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ ) lo que podría sugerirnos que fueron digeridas, sin embargo hay dos razones por las cuales esto se descarta, la primera es la limitada capacidad de detección de proteínas que tiene el azul de Coomassie (Wester-meier, 2011); y la segunda es la unión del primer anticuerpo a las proteínas en *Western blot* pues nos confirma la presencia de las kafirinas en esa sección de peso molecular.

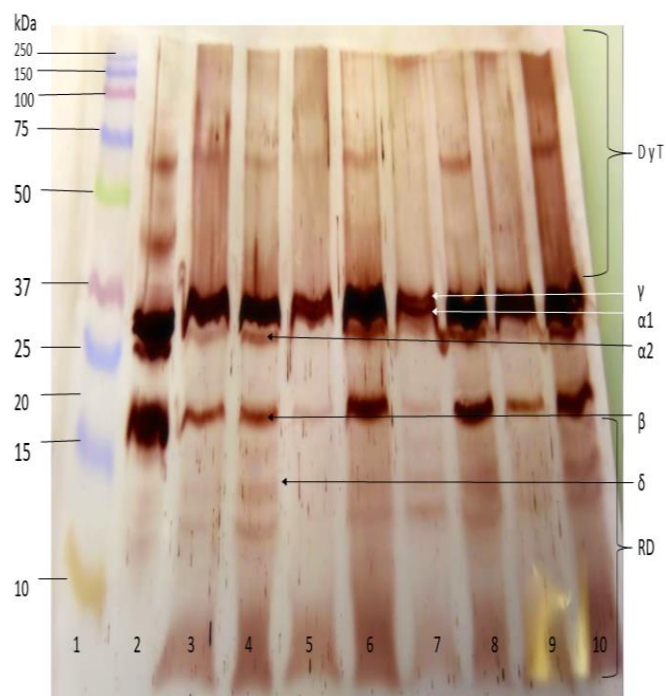


Ilustración 2. *Western blot* con fracciones de kafirinas no digeridas por los conejos alimentados con diferentes concentraciones de FDN en sus dietas. D y T: Dímeros y Trímeros de kafirinas; RD: Residuos de la digestión de kafirinas; 1: Kaleidoscope Prestained Standards; 2: Sorgo; 3, 5, 7, 9: Cecotrofos; 4, 6, 8, 10: Heces duras.

La presencia de dímeros y trímeros de kafirinas en el *Western blot* indica el

entremado complejo en el que se encuentran estas proteínas, lo que dificulta su digestión y absorción. La fracción  $\gamma$  kafirina fue detectada tanto en cecotrofos como en heces duras, estas proteínas tienen la capacidad de formar enlaces disulfuro y complejos resistentes a proteasas (Wong *et al.*, 2010) lo que explica por qué ni siquiera la fermentación en el ciego y la segunda ingesta logró volverla absorbible.

Un dato interesante en los *Western blots* es la mayor presencia de residuos de digestión en las muestras de heces duras a comparación de las muestras de cecotrofos, esto nos sugiere que la primera digestión a la que se ve expuesto el alimento no logra romper los enlaces proteicos de las kafirinas, sin embargo el segundo paso por el tracto gastrointestinal es más intenso y efectivo como lo menciona Martínez (2004), dejando en las heces mayores concentraciones de residuos de su digestión y menores concentraciones de proteínas intactas.

El Western blot también detectó la fracción  $\delta$  kafirina cuyo peso molecular es de 13 kDa (De Mesa-Stonestreet *et al.*, 2010) y cuya supresión en sorgo modificado resulta en un incremento de digestibilidad (Da Silva *et al.*, 2011). Esta kafirina tampoco parece ser correctamente aprovechada puesto que se encontró en prácticamente todas las muestras.

## Conclusión

El proceso de cecotrofia es pieza clave para la completa digestión de kafirinas, permitiendo al animal aprovechar parte de estas proteínas una vez realizada la segunda fermentación en el ciego a pesar de los efectos causados por los taninos y las mismas proteínas. El sorgo puede ser utilizado en las dietas para conejos

siempre y cuando sea acompañado con un porcentaje correcto de fibra detergente neutro, no obstante, no se logró determinar si el porcentaje de FDN interfiere con el aprovechamiento de las kafirinas por lo que se debe continuar haciendo estudios para evaluar, según las condiciones de la cunicultura en el país, el contenido ideal de nutrientes que deben consumir los conejos en engorda. Las kafirinas a pesar de la cecotrofia siguen siendo indigestibles y absorbibles del todo en los conejos, independientemente del nivel de FDN de la dieta consumida.

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Querétaro por esta inigualable experiencia; a los miembros del área Cunicola (ARCUN-UAQ) por recibirme con las puertas y los brazos abiertos; a Rolando Ramos por permitirme ser parte de su gran proyecto y a los Dres. José Guadalupe Gómez Soto y Ulises Moreno Celis por su paciencia, consejos e invaluable guía.

## Bibliografía

A. Chessa Fuente, “La calidad del sorgo como alimento animal”, *Producción animal*, 17(169):65-68, 2007. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/82-sorgo\\_taninos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/82-sorgo_taninos.pdf) [Consultado en 2019].

Countrymeters, Población en México, Countrymeters, 2019. Disponible en: <https://countrymeters.info/es/Mexico> [Consultado en 2019].

FEDNA, “Sorgo blanco”, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2016. Disponible en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/sorgo-blanco-bajo-en-taninos](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/sorgo-blanco-bajo-en-taninos) [Consultado en 2019]

G. Mariscal-Landín, J. H. Avellaneda, S. T. C. Reis, B. A. Aguilera, G. A. Borbolla, B.

Mar, Effect of tannins in sorghum on amino acid ileal digestibility and on trypsin (E.C.2.4.21.4) and chymotrypsin (E.C.2.4.21.1) activity of growing pigs. *Anim Feed Sci Technol*, 2004.

J. G. Gómez Soto, T. C. Reis de Souza, G. Mariscal-Landin, A. Aguilera Barreyro, M. G. Bernal Santos, K. Escobar García, Gastrointestinal morphophysiology and presence of kafirins in ileal digesta in growing pigs fed sorghum-based diets, *Journal of Applied Animal Research*, 46:1, 618-625, DOI: 10.1080/09712119.2017.1371607. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1371607>, 2017-2018 [Consultado en 2019].

J. H. Wong, D. B. Marx, J. D. Wilson, B. B. Buchanan, P. G. Lemaux, J. F. Pedersen, “Principal component analysis and biochemical characterization of protein and starch reveal primary targets for improving sorghum grain”, *Plant Science*. 179: 598-611. 2010.

K. G. Duodu, A. Nunes, I. Delgadillo, M. L. Parker, E. N. C. Mills, P. S. Belton, R. N. Taylor, “Effect of grain structure and cooking on sorghum and maize in vitro protein digestibility”, *Journal of Cereal Science*. 35:161–174, 2002.

L. G. Butler, D. J. Riedl, D. G. Lebryk, H. J. Blytt, Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism, specificity and significance. *J Am Oil Chem Soc*. 61: 916-920. 1984.

J. N. De Mesa-Stonestreet, S. Alavi, S. R. Bean, Sorghum proteins: the concentration, isolation, modification, and food applications of kafirins. *Journal Food Science*, 2010.

L. S. da Silva, R. Jung; Z. Zhao, K. Glassman, J. Taylor, J. R. N. Taylor, “Effect of suppressing the synthesis of different kafirin sub-classes on grain endosperm texture, protein body structure and protein nutritional quality in improved sorghum lines”, *Journal of Cereal Science*, Vol. 54, Issue 1, Pages 160-167, July 2011.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521011000932> [Consultado en 2019].

J. Xiao, Y. Li, J. Li, A. P. Gonzalez, Q. Xia, Q. Huang, “Structure, morphology, and assembly of kafirin. *J Agric Food Chem*”, *JOURNAL OF APPLIED ANIMAL RESEARCH* 625, 63:216–224, 2015.

M. Le Gallet, L. Quillien, J. Guéguen, H. Rogniaux, B. Sève, Identification of dietary and endogenous ileal protein losses in pigs by immunoblotting and mass spectrometry. *J Nutr*. 135:1215–1222, 2005.

M. A. Martínez Castillo, *Cunicultura*, Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.

R. Westermeier, *Electrophoresis in gel*, Janson JC, editor. *Protein purification. Principles, high resolution methods, and applications*. Tercera edición. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2011.

S. Rakshit, K. Hariprasanna, S. Gomashe, K. N. Ganapathy, I. K. Das, O. V. Ramana, A. Dhandapani, J. V. Patil, “Changes in area, yield gains, and yield stability of sorghum in major sorghum-producing countries”, 1970 to 2009. *Crop Science*. 54:1571–1584, 2014.

Worldometers. *Población mundial*. Worldometers, 2019. Disponible en: <https://www.worldometers.info/es/> [Consultado en 2019].

# Estudio de dinámica de espín en materiales ferromagnéticos desde primeros principios

Marco Olgún S, Alonso L. Miranda\*  
Universidad Autónoma de Querétaro.  
Facultad de Ingeniería.  
[marcoolguin2244@gmail.com](mailto:marcoolguin2244@gmail.com)  
[alonso.lopez@uaq.mx](mailto:alonso.lopez@uaq.mx)

## Resumen

El estudio de las propiedades magnéticas en los materiales, como la temperatura de Curie o el campo magnético resultan interesantes debido a sus aplicaciones en diversas áreas, pero en específico la electrónica y las futuras tecnologías espintrónica. Aunque el estudio de dichas propiedades llega a ser desafiante esto debido a que las interacciones a nivel atómico son un problema actual de la física de materiales, para ello contamos con técnicas como la teoría del funcional de densidad (DFT, por sus siglas en inglés), la cual resulta útil para los estudios debido a que el problema a resolver es de muchos cuerpos y por lo que no se puede resolver explícitamente las ecuaciones diferenciales que describen al sistema, existen muchas aproximaciones pero resulta que DFT es una opción y da resultados buenos. Nosotros nos vamos a ayudar del cómputo y el uso de programas de primeros principios ya que estos son herramientas que nos facilitan el uso de la teoría y nos permite obtener avances

mayores. Nosotros vamos a modelar las propiedades los elementos Fe y Ni los cuales resultan interesantes por sus aplicaciones para dispositivos de almacenamiento y en aleaciones para dispositivos espintrónicos

## Abstract

The study of magnetic properties in materials; such as Curie's temperature or magnetic field, interesting experiences in various areas, but specifically electronics and future spintronic technologies. Although the study of various properties becomes challenging because interactions at the atomic level are a current problem in the physics of materials, for this we have techniques such as the theory of functional density (DFT), The resulting quality useful for studies because the problem is a resolution of many bodies and so it is not possible to explicitly solve the differential equations that describe the system, there are many approximations but resulting from DFT is an option and Results good results. We are going to help ourselves with the computation and the use of programs of first principles since these are tools that facilitate the use of the theory and allow us to obtain greater advances. We are going to model the properties of the Fe and Ni elements which are interesting for their applications for storage devices and alloys for spintronic devices.

## Introducción

Los materiales magnéticos han sido estudiados a nivel ab initio [2] desde hace varias décadas usando la teoría del funcional de densidad. La aproximación local de densidad del espín (LSDA, por sus siglas en inglés) y sus mejoras han proporcionado una óptima descripción de las propiedades magnéticas del estado fundamental, estado en el cual un sistema

cuántico está en su nivel de energía más bajo posible.

La razón por la cual se utilizan estos métodos es por que nos permiten obtener datos que serían difíciles de obtener de manera experimental debido a las escalas en que se trabajan. El interés en estos materiales surge de sus aplicaciones, en especial para dispositivos electrónicos de almacenamiento, particularmente en grabación magneto-óptica.

## Marco teórico

### Modelos atomísticos de espín.

Existen dos maneras de ver los modelos atomísticos; los modelos micromagnéticos y los modelos ab initio de la estructura eléctrica. En los modelos micromagnéticos los materiales son discretizados en pequeños dominios donde se asume que la magnetización está completamente ordenada. Si el tamaño de la celda micromagnética es reducido a menos de un nanómetro, entonces la magnetización ya no es un continuo verdadero y ahora tenemos una entidad discreta que considera los momentos localizados en átomos individuales.

De manera similar, cuando se consideran las propiedades electrónicas del sistema, las propiedades de la mecánica cuántica se pueden mapear en núcleos atómicos de manera similar a la dinámica molecular, donde las propiedades efectivas a menudo se pueden tratar con una aproximación clásica.[1] Una ventaja del modelo ab initio sobre el modelo del micromagnetismo es que naturalmente se ocupa del orden atómico y la variación de las propiedades locales observadas en materiales reales, como interfaces, defectos o rugosidad.

La formulación discreta también permite la simulación de altas temperaturas por

encima y más allá del Curie. temperatura, donde se rompe el enfoque micromagnético continuo habitual. [1] La base física del modelo de espines atomísticos es la localización de electrones no alineados en sitios atómicos, esto se obtiene por medio del Hamiltoniano del espín, el cual describe las interacciones dependientes del espín a un nivel atómico, dicho Hamiltoniano está definido por la siguiente ecuación:

$$H = \sum_{i \neq j} J_{ij} S_i S_j \quad [1]$$

donde  $S_i$  y  $S_j$  son los momentos magnéticos de cada espín. Para el parametro de acoplamiento de intercambio ( $J_{ij}$ ) utilizamos la formulación de Lichtenstein. Este cálculo se puede obtener por medio del software SPRKKR [3].

### Temperatura de Curie.

También conocida como el punto de Curie, recibe el nombre por su descubridor Pierre Curie (1859-1906). La magnetización espontanea debida a la alineación de los momentos magnéticos atómicos depende de la temperatura y cae rápidamente a cero al llegar a cierto punto, dicho punto es la temperatura de Curie [1]. El momento magnético puede obtenerse por medio de la siguiente ecuación:

$$M = C \frac{B}{T} \quad [2]$$

donde; M es la magnetización resultante, C es una constante específica del material, B es inducción magnética y T es la temperatura absoluta.

### Teoría del funcional de densidad

Es una solución más aproximada para obtener las energías de intercambio y correlación de los electrones. La teoría se basa en dos teoremas demostrados por Hohenberg y Kohn. El primero dice lo siguiente: La densidad  $n(r)$  de un sistema N de electrones determina todas las propiedades electrónicas del estado fundamental. En particular, la energía del estado fundamental es:

$$\epsilon_0[n(r)] = \langle \Psi_0 | \tau + V + U | \Psi_0 \rangle$$

$\Psi_0$  es la función de onda,  $\tau$  y V representan, de forma correspondiente, la energía cinética y potencial de un solo electrón. Y U representa la interacción entre dos electrones. El segundo teorema postula que: La energía funcional ( $\epsilon_0[n(r)]$ ) es más baja en energía para la densidad del estado fundamental  $n_0(r)$  que cualquier otro estado [1].

## Objetivo

Con este trabajo buscamos hacer un estudio a nivel atómico en las estructuras presentadas, para entender sus propiedades físicas, tales como el momento magnético y la temperatura de Curie

## Metodología

Partiremos de calcular la energía de intercambio magnético, con el uso Spin Polarized Relativistic Korringa-Kohn-Rostoker (SPR-KKR), utilizando 300 puntos k, el número de puntos k determinara si converge el sistema. Con dicha energía generaremos los archivos necesarios para calcular sus propiedades magnéticas utilizando el programa

Atomic Spin Dynamics (UppASD) de la universidad de Uppsala. Para obtener una visualización de la aleación se usaron los programas; VESTA, para la visualización de las celdas unitarias y la estructura de los elementos. Por último, usando Vampire para ilustrar como cambian la alineación de los espines en función de la temperatura, para esta simulación usaremos el método de Montecarlo y un integrador propio del programa para calcular la temperatura de Curie en función de los datos proporcionados.

## Resultados

### Hierro

En la figura 1 se muestra una

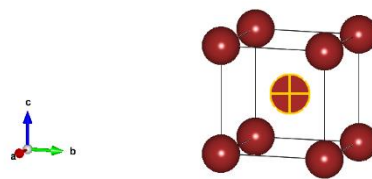
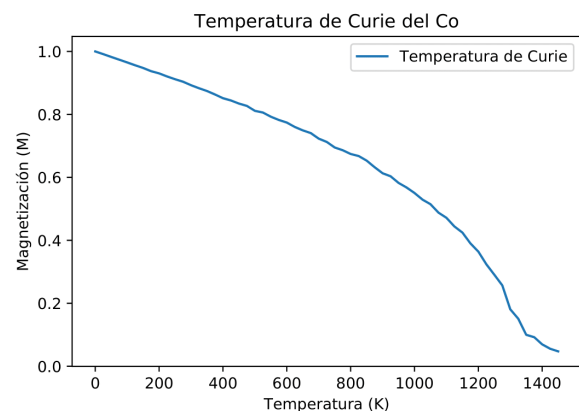


Figura 1: Estructura del Fe

representación de la celda primitiva del Fe, mostrando un cuerpo cubico centrado (bcc). La simulación en SPR-KKR nos permitió hallar la energía de intercambio, teniendo un valor de 17.25 meV.





Una vez se obtuvo el valor de energía de intercambio se pudo calcular la temperatura de Curie para el hierro, temperatura a la cual el material pierde sus propiedades magnéticas.

En la figura 2 se observa que dicho valor es de 1050K. La mayoría de experimentos realizados para obtener este valor han concluido que el valor experimental es de 1043 [4] [5].

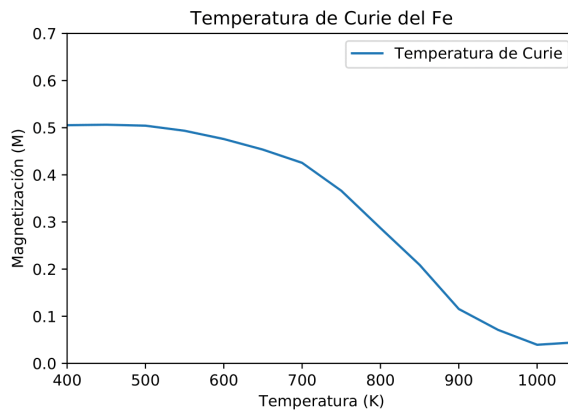


Figura 2: Temperatura de Curie del hierro.

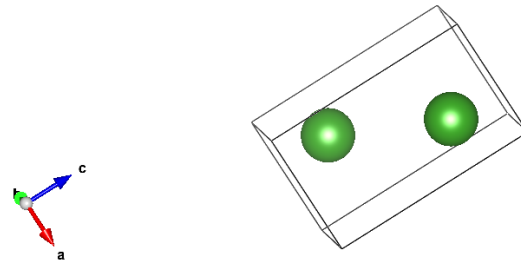


Figura 3: Celda primitiva del Cobalto

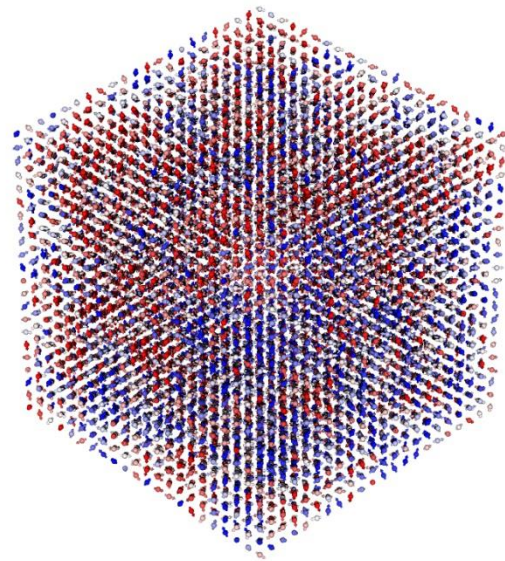


Figura 4: Temperatura de Curie del Cobalto

## Cobalto

La figura 3 muestra la celda unitaria del cobalto, los datos obtenidos de la energía de intercambio nos dieron como resultado una temperatura de Curie de 1395 K, el cual se muestra en la figura 4, comparado con el valor real [5] de 1400 obtenemos un error del 0.035 %.

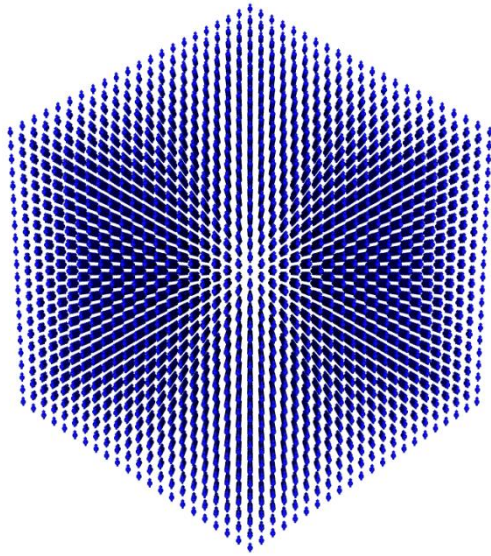


Figura 5: Alineación de los momentos magnéticos de los espines en el cobalto a 0 K

Ahora, utilizando Vampire pudimos obtener una representación de los cómo se disocian los momentos magnéticos de los espines en función del tiempo, estando al inicio completamente alineados a 0 K (figura 5 (a))

## Discusión y conclusiones

Comparando los resultados obtenidos con datos experimentales se observa un error porcentual mucho menor al uno por ciento, esto demuestra como el uso de programas optimizados para este tipo de cálculos resultan bastante utiles, ahorrando recursos de tiempo y dinero.

Con el uso de técnicas como las que se usaron aquí y la ayuda de otras áreas de la física, podemos predecir posibles aleaciones que nos brinden mejoras al aplicarlas en dispositivos, con la ventaja de no requerir un laboratorio convencional para su predicción puesto

que se usan los recursos de computo como tal. Con los resultados obtenidos por medio de las simulaciones se puede llegar a mejores resultados al momento de medir de forma experimental los elementos o aleaciones en cuestión.

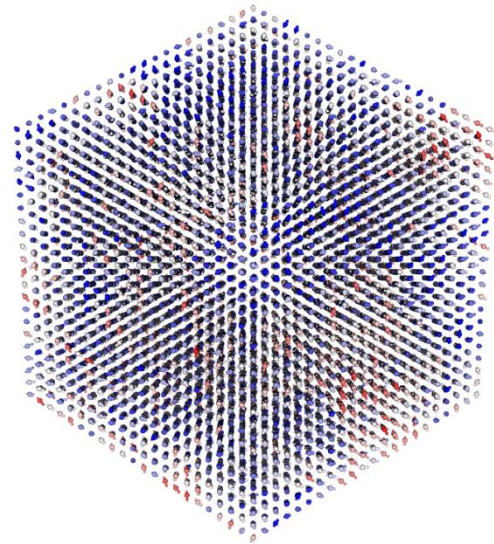


Figura 6: Alineación de los momentos magnéticos de los espines en el cobalto 750 K

## Agradecimientos

Los autores agradecen los recursos informáticos, el asesoramiento técnico y el apoyo brindado por el Laboratorio de Matemáticas Aplicadas y Computo de Alto Rendimiento, CINVESTAV-EDOMEX (ABA-CUS).

## Referencias

- [1] J. M. D. Coey . (2010). Magnetism and Magnetic Materials. Trinity College, Dublin: Cambridge University Press.
- [2] Subhash M, I. Turek. 2001. Ab Initio Calculations of Curie Temperatures. En Encyclopedia of Materials:

Science and Technology (Second Edition) (I, 1-6): Pergamon.

[3] F. Richard, L. Evans, B. Andreas. (2018). Vampire Manual. Department of Physics, The University of York, Heslington, York:

[4] Kobeissi, M. A. (1981). Mössbauer study of static and Dynamic critical behavior in Fe. *Physical Review B*, 24(5), 2380–2396. doi:10.1103/physrevb.24.2380

[5] Lezaic, M., Mavropoulos, P., Blügel, S. (2007). First-principles prediction of high Curie temperature for ferromagnetic bcc-Co and bcc-FeCo alloys and its relevance to tunneling magnetoresistance. *Applied Physics Letters*, 90(8), 082504. doi:10.1063/1.2710181

---

# Profesionalismo mediante proceso de embalajes

**AUTORÍA:** Rita Janneth López  
González

Correo: [Rita\\_999@hotmail.es](mailto:Rita_999@hotmail.es)

Asesor: Mtro. Pichardo Hernández Juan  
Alberto

Correo: [juan.pichardo@uaq.mx](mailto:juan.pichardo@uaq.mx)

Universidad Autónoma de Querétaro,  
facultad de Derecho, licenciatura en  
Criminología.

## RESUMEN:

En el presente Proyecto se explica la importancia de llevar un manejo adecuado de los indicios y evidencias forenses, ya que con ello se puede lograr el cumplimiento del principio básico del Estado de Derecho "El acceso a la justicia". Se explica la importancia de la profesionalización de los alumnos en materia de embalajes. El objetivo general es el desarrollo de una estación integral de embalaje, etiquetado y sellado de indicios que cumpla con los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y, los protocolos nacionales e internacionales, ya que con ello se puede generar la profesionalización temprana de los alumnos de la Licenciatura en Criminología de la Universidad Autónoma de Querétaro en dicha fase. La investigación es cualitativa con carácter descriptivo, donde utilizamos métodos como el analítico y científico así como la utilización de técnicas de entrevista, observación y experimentación lo que nos

permite dar respuesta del adecuado embalaje, etiquetado y sellado de los indicios.

Como resultado conseguimos obtener las recomendaciones y opiniones de los expertos así como el material adecuado para la profesionalización temprana de los alumnos de la licenciatura de criminología con esto logramos tener las técnicas y métodos necesarios para el uso de la estación de embalaje, etiquetado y sellado. Concluyendo que México necesita más personal capacitado en el área de la criminalística, especialmente en esta fase de su metodología para contar con un adecuado acceso a la justicia permitiendo el manejo idóneo, la protección, preservación del indicio y así poder garantizar el principio de mismidad.

**PALABRAS CLAVE:** Justicia,  
Embalajes, Etiquetado, Sellado  
Profesionalización, Indicios.

## SUMMARY:

This Project explains the importance of properly managing forensic evidence and evidence, as this can achieve compliance with the basic principle of the Rule of Law "Access to justice." The importance of students' professionalization in packaging matters is explained. The general objective is the development of an integral station for packing, labeling and sealing of signs that comply with the standards of the Official Mexican Standards (NOMs) and national and international protocols, since this can generate early professionalization of the students of the Degree in Criminology of the Autonomous University of Querétaro in said phase. The research is qualitative with a descriptive character, where we

use methods such as analytical and scientific, as well as the use of interview, observation and experimentation techniques, which allows us to respond to the appropriate packaging, labeling and sealing of the signs.

As a result, we obtained the recommendations and opinions of the experts as well as the appropriate material for the early professionalization of the students of the criminology degree with this we managed to have the techniques and methods necessary for the use of the packing, labeling and sealing station. Concluding that Mexico needs more trained personnel in the area of criminalistics, especially in this phase of its methodology to have adequate access to justice, allowing proper management, protection, preservation of evidence and thus being able to guarantee the principle of sameness.

**KEY WORDS:** Justice, Packaging, Labeling, Sealing Professionalization, Signs.

## **INTRODUCCIÓN:**

A lo largo del tiempo ha existido demasiada información general acerca de cómo procesar un lugar de intervención, sin embargo, en esta investigación se tiene el propósito de examinar a detalle la importancia del proceso de embalaje dentro y fuera del lugar de intervención, es por ello que se mencionaran y explicaran diferentes consideraciones al momento de realizar los distintos tipos de embalajes donde vemos que Solórzano (como se citó en Méndez, 2014) refiere que es “el empaque que se le da a los indicios colectados (...), el sellado y

etiquetado (...)”, garantizando la fiabilidad del indicio así como el principio de mismidad, todo esto con el fin de desarrollar e implementar una estación integral de embalajes, etiquetados y sellados forenses, para generar que exista una profesionalización en materia de criminalística de campo en los alumnos de la licenciatura en criminología de la Universidad autónoma de Querétaro, esto debido a que la profesionalización “debe contribuir al desarrollo de competencias, capacidades y habilidades (...), y debe tener un carácter permanente y progresivo” (Oficinas de las naciones unidas contra la droga y el delito (UNODC), 2018) plasmando las bases para auxiliar a que se realice el acceso a la justicia de manera correcta.

Es de importancia esta investigación debido a la enorme carga penal que conlleva el realizar erróneamente el proceso embalajes y dentro de diferente literatura solamente se hace mención de forma general dejando un vacío considerable y generando diversos problemas a la hora de acceder a la justicia.

## **OBJETIVOS:**

Como objetivos dentro de esta investigación se tienen los siguientes:

### **Objetivo general**

- Desarrollar una estación de embalajes, etiquetados y sellados forenses que cumpla con los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y, los protocolos nacionales e internacionales que establecen los

criterios de procesamiento forense.

### **Objetivos específicos**

- Conocer las principales deficiencias que se presentan en el procesamiento de embalaje y etiquetado de indicios o evidencia a través de la realización de entrevistas a especialistas en el área de ciencias forenses.
- Desarrollar la profesionalización en los alumnos de la Licenciatura de Criminología en la Universidad Autónoma de Querétaro en materia de embalajes, etiquetado y sellado de los indicios.

### **METODOLOGÍA:**

El enfoque de la investigación es cualitativo debido que se estudian los criterios normativos en relación con el correcto procesamiento de lugares de intervención donde se desarrollan actividades de embalaje, etiquetado y sellado de los indicios, con la implementación de la estación integral de embalaje y etiquetado se propone que estas actividades sean más eficientes en su proceso y apegadas a los lineamientos normativos.

Es de carácter inductivo, puesto que, se pretende dar respuesta y solución a una etapa de la metodología de investigación que le da certeza a todo el procesamiento. Los métodos empleados son el método analítico, el método hermenéutico, método científico el cual “consiste en la realización de una serie de procesos específicos que utiliza la Ciencia para adquirir conocimientos. Estos procesos específicos son una serie de reglas o pasos, bien definidos, que permiten que al

final de su realización se obtengan unos resultados fiables” (Espinosa, 2005).

Y las técnicas serán observación directa, experimentación, entrevista, esta última se entiende como “una interacción dialógica, personal y directa entre el investigador y el sujeto estudiado. Se busca que el sujeto exprese información detallada sobre un tema.” (Katayama, 2014, pág. 80).

### **RESULTADOS:**

Hablar de ciencias forenses es hablar de una gran diversidad de disciplinas, métodos, técnicas, etc., enfocadas a problemas que son difíciles de tratar es por ello que a lo largo del tiempo se han hecho infinidad de investigaciones para lograr un avance positivo dentro de la sociedad y para ayudar a resolver problemas legales. Dentro de las vastas ciencias forenses encontramos a la criminalística que según Calabuig (1992) la define como “La ciencia que estudia los indicios dejados en el lugar del delito, gracias a los cuales se puede establecer, en los casos más favorables, la identidad del criminal y las circunstancias que concurren en el hecho delictivo” (p.975).

La criminalística es de gran ayuda para llegar a la procuración de justicia, si se realiza de manera eficiente lleva a cabo una confrontación con la violencia de manera legal y certera combatiendo la corrupción e impunidad existente en nuestro país.

Dentro de la criminalística encontramos el procesamiento del lugar de intervención, el cual se compone de diferentes fases las cuales son:

Protección y preservación del lugar de los hechos, recopilación de la

información preliminar, observación, valoración y planificación, fijación del lugar de los hechos, búsqueda y tratamiento de las evidencias, liberación del lugar de los hechos, documentación y remisión de evidencias. (INACIPE, 2012)

Cumpliendo con el propósito de esta investigación la importancia del proceso de embalaje (el cual está inmerso en la fase cinco del procesamiento) dentro y fuera del lugar de intervención, es el garantizar la fiabilidad del indicio así como el principio de mismidad, todo esto con el fin de generar una profesionalización adecuada en los alumnos de la Licenciatura en Criminología la cual les servirá debido a que se generan competencias lo cual hace referencia a “un Sujeto, o una Persona que es capaz, apta, suficiente (autónoma) y responsable en el manejo de conocimientos, estos mismos le otorgan una suerte de autoridad, que legítima sus acciones” (AGUAYO, 2007, p. 110)

Es por eso que estas prácticas son recomendables que se realicen desde el ingreso a la licenciatura generando que las futuras generaciones egresadas puedan incorporarse en un ambiente laboral y desarrollar de forma eficiente los conocimientos y habilidades adquiridos en su ámbito educativo, logrando así que se genere un acceso a la justicia de forma adecuada. La profesionalización de los alumnos en materia de embalaje, etiquetado y sellado genera que las habilidades aumenten de manera considerable, donde estarán lo suficientemente capacitados para desempeñar estas funciones, y esto

conllevaría a la reducción de la tasa de desempleo.

La profesionalización en la fase de embalaje es de importancia debido a que:

El correcto procesamiento de la evidencia implica una adecuada manipulación en la escena del crimen; la estandarización de criterios entre los operadores intervinientes en el campo y los del laboratorio —lo que se denomina “proceso de cadena de custodia”—; y, finalmente, su tratamiento siguiendo los parámetros de objetividad y transparencia de acuerdo a los desarrollos más avanzados de las disciplinas correspondientes. Para ello, es necesario metodicidad científica durante todo del proceso, desde la recolección hasta la producción de la prueba pericial, garantizando el efectivo cumplimiento de los principios de identidad e inalterabilidad de la prueba. (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Presidencia de la Nación, 2017, p. 2)

Si esto se logra de manera correcta el principio básico del Estado de derecho que es el acceso a la justicia se cumple y gracias a los avances de las ciencias forenses se puede realizar un trabajo certero evitando de forma considerable las malas prácticas del personal a cargo, la fase del tratamiento de las evidencias una pieza fundamental dentro del Sistema de justicia ya que:

Si las muestras o evidencias no son tomadas sistemáticamente, o no llegan correctamente para su procesamiento, los resultados alcanzados carecen de valor probatorio en tanto y en cuanto la

posible contaminación puede fundamentar la duda razonable para el presunto imputado. (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Presidencia de la Nación, 2017, p. 1)

Durante estas semanas de investigación se lograron desarrollar dos manuales uno de uso propio de la estación integral de embalajes, etiquetado y sellado forenses en el cual se especifica a detalle y de acuerdo con la naturaleza del indicio como es que se deben manejar y se hacen recomendaciones acerca del material idóneo en el cual debe ser embalado y las características básicas que debe contener su etiqueta y otro acerca de su proceso de limpieza y desinfección, este con el fin de reducir en gran medida la contaminación, logrando recomendar los mejores materiales para eliminar la mayor cantidad de bacterias. Generando así que se pueda implementar la estación integral de embalaje para uso académico de los alumnos de la licenciatura en criminología de la universidad autónoma de Querétaro. Teniendo como resultado que gracias a las diferentes normatividades enfocadas a las ciencias forenses se pueden realizar este tipo de investigaciones que dan pie a detallar de forma adecuada como se deben llevar a cabo los diferentes tipos de embalajes, etiquetado y sellado. Se obtuvieron varias entrevistas a peritos expertos quienes actualmente están laborando en la fiscalía y que tienen relación con el proceso de embalaje, etiquetado y sellado de los indicios y evidencias, quienes nos compartieron de sus experiencias y su conocimiento para generar los manuales y sus consejos para tener la adecuada estación integral de embalajes, etiquetado y sellado forense.

Lo cual no fue fácil de realizar, ya que en Querétaro no se cuenta con la

información suficiente y accesible en materia de embalajes, etiquetado y sellado.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:**

En comparación con el proceso de embalajes actual en la ciudad de Querétaro se puede observar que se necesita prestarle atención minuciosa, ya que tiene la característica de darle poca priorización. Y esto se puede observar en el manual de buenas prácticas en la escena del crimen realizado por el INACIPE en el 2012 donde solo plasman de manera general que se debe realizar pero no van más allá. Otra de los puntos a debatir es la priorización de indicios, ya que todos son importantes no solo los indicios biológicos ya que solo para este tipo de indicios existen diversidad de documentos para llevar a cabo su manejo como lo es la “Guía metodológica para el levantamiento de indicios biológicos” de la Procuraduría General de la República. Debemos de tener en cuenta que los demás indicios también se deben de tratar de esa manera, se debe darle la importancia y el manejo adecuado, ya que también contienen información valiosa para la investigación.

Debería ser innecesario el tener que corroborar dentro de nuestro Sistema de justicia que la investigación se ha llevado a cabo de manera ineficiente, por lo cual ha provocado que exista la contaminación de los indicios recolectados, facilitando así a que surja la impunidad, debido a que esto facilita que las pruebas queden desestimadas, ya que gracias a su contaminación se pierda información relevante para la resolución del caso en el proceso penal.



Se concluye que se necesita la profesionalización de los encargados de realizar este tipo de actividades, por lo cual es necesario la implementación de esta profesionalización desde el ingreso a la licenciatura de criminología para desde un inicio comprender que todos los tipos de indicio y todo el proceso de embalaje, etiquetado y sellado tiene gran importancia y es una pieza fundamental en la Sistema de justicia, pues auxilia a fundar o no la duda razonable sobre el presunto imputado. El conocer acerca del tema también ayuda para que sea de mayor facilidad ingresar a un ámbito laboral relacionado y desarrollar así las habilidades, capacidades y conocimientos adquiridos sobre el tema.

“En un mundo donde la única constante es el cambio, obtener el beneficio del aprendizaje continuo es una oportunidad para mantener la vigencia laboral y desarrollar e innovar en los procesos de trabajo” (PROCURADURIA FEDERAL DE LA DEFENSA DEL TRABAJO, 2018).

## **AGRADECIMIENTOS:**

Quiero agradecer al Maestro Pichardo Hernández Juan Alberto por compartir sus conocimientos y por el apoyo que nos brindó. De igual manera a mi compañera Anallely Olvera Jaramillo por invitarme a participar por primera vez en el verano de la ciencia y en especial en la realización de este proyecto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- AGUAYO, C. (2007). Profesión y profesionalización: Hacia una perspectiva ética de las competencias en trabajo social. *TENDENCIA Y RETOS*, 110. Obtenido de <http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/revistas/co/rev-co-tendencias-0012-07.pdf>
- Calabuig, J. A. (1992). *Medicina legal y toxicología* (4ta ed.). Barcelona: Salvat.
- Espinosa, E. (26 de Septiembre de 2005). *lawebdefisica*. Obtenido de lawebdefisica: [https://www.lawebdefisica.com/quees/metodo\\_cientifico.pdf](https://www.lawebdefisica.com/quees/metodo_cientifico.pdf)
- INACIPE. (2012). Recuperado el Julio de 2019, de <http://www.inacipe.gob.mx/stories/publicaciones/Manualdepracticass.pdf>
- KATAYAMA, O. J. (2014). *INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACION CUALITATIVA: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Lima: Fondo Editorial de la UIG V.
- Méndez, A. V. (Agosto de 2014). *biblio3.edu*. Recuperado el 10 de Agosto de 2019, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/07/03/Mendez-Ana.pdf>
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Presidencia de la Nación. (2017). *Protocolo unificado de los ministerios públicos de la república Argentina Guía para el levantamiento y conservación de la evidencia*. Buenos Aires: SAJJ.
- Oficinas de las naciones unidas contra la droga y el delito (UNODC). (9 de Julio de 2018). *Oficinas de las naciones unidas contra la droga y el delito (UNODC)*. Recuperado el Agosto de 2019, de Oficinas de las naciones unidas contra la droga y el delito (UNODC): [https://www.unodc.org/mexicoandcentralamerica/es/webstories/2018/profesionalizacion\\_policial.html](https://www.unodc.org/mexicoandcentralamerica/es/webstories/2018/profesionalizacion_policial.html)
- PROCURADURIA FEDERAL DE LA DEFENSA DEL TRABAJO. (13 de junio de 2018). *GOBIERNO DEL ESTADO*. Obtenido de GOBIERNO DEL ESTADO: <https://www.gob.mx/profedet/es/articulos/la->

importancia-de-la-capacitacion-para-las-y-los-  
trabajadores?idiom=es



# Efectos del riego con agua residual proveniente de sistemas acuapónicos en la jacaranda

Luis Alberto Montes Flores <sup>1</sup>  
Dra. Ana Angélica Feregrino Perez <sup>1</sup>  
feregrino.angge@hotmail.com

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Querétaro

## Resumen

La acuaponía es una estrategia en donde se busca aprovechar al máximo la energía en forma de nutrientes. En los sistemas acuapónicos se crea una especie de relación simbiótica entre los organismos acuáticos, las plantas y las bacterias. El agua que se utiliza en estos sistemas esta enriquecida con nutrientes que son aprovechados por las plantas. El objetivo de este proyecto es observar los efectos al usar como riego el agua residual de los sistemas de acuaponía en la *Jacaranda sp.* y por lo tanto en sus compuestos bioactivos. El armado de dos sistemas distintos fue llevado a cabo dentro de un invernadero. Los sistemas consisten de tubos de PVC que conectan un tanque de agua al sistema de hidroponía creando un ciclo para recircular el fluido. Al finalizar el armado se realizaron pruebas en donde se detectaron goteras las cuales se espera que sean obstruidas por las sales del agua. Por lo tanto se espera que estos sistemas sean puestos en marcha próximamente.

**Palabras clave:** acuaponía, sistemas de riego, *Jacaranda sp.*

## Abstract

Aquaponics is a strategy that aims to exploit the energy in nutrient form as much as possible. In this systems a symbiotic relationship is created between the aquatic organisms, the plants and the bacteria. The water that is used in this systems is rich in nutrients that are used by plants. The objective of this project is to view the effects of the aquaponic system residual water when is used to water *Jacaranda sp.* and in consequence in their bioactive components. The assembly of two systems were made inside a greenhouse. The systems consist of PVC pipes that connect a water tank with the hydroponic system creating a cycle in which the fluid recycles. At the end of the assembly, proofs were made and water leaks were detected which we expect are going to be blocked by water salts. These systems are expected to be launched.

**Key words:** aquaponics, irrigation system, *Jacaranda sp.*

## Introducción.

La acuaponía se puede definir como un sistema en el que se combina la acuicultura, el cultivo de animales acuáticos en ambientes controlados, con la hidroponía, el cultivo de plantas en soluciones nutrientes (Ramírez, 2017). En este sistema se busca aprovechar al máximo la energía mediante una relación simbiótica entre sus participantes (peces, plantas y bacterias). En estos el agua enriquecida por los peces con nutrientes se utiliza para fertilizar las plantas. Al mismo tiempo, las plantas actúan como biofiltro mejorando la calidad del agua al remover, con ayuda de bacterias, los nutrientes que pueden alcanzar niveles

tóxicos para los peces. (Gutiérrez, 2012). Los nutrientes provienen principalmente de los desechos producidos por los peces. Los compuestos presentes en estos desechos son principalmente nitrógeno y fósforo ya que son constituyen gran parte del alimento (Dauda, 2018). Estos compuestos pueden ser aprovechados por las plantas y utilizados para su desarrollo. La jacaranda (*Jacaranda sp.*) es un grupo de plantas florales de la familia *Bignoniaceae* con un uso enfocado principalmente para el ornamento. La jacaranda es nativa de regiones tropicales y subtropicales. Las flores aparecen dos veces por año siendo estas de un color azul violáceo. Algunas de las especies son utilizadas con fines medicinales en distintos países y estudios han revelado que posee características antimicrobianas, antipalúdicas, entre otras. Además previamente se han reportado el aislamiento de compuestos bioactivos de esta planta con actividad anticancerígena (Khamsan, 2012).

Los compuestos bioactivos son sustancias esenciales y no esenciales que se pueden encontrar en la naturaleza o pueden crearse por el procesamiento de alimentos o plantas. Éstas son capaces de ejercer beneficios para la salud entre ellos efectos antiinflamatorio, antioxidante, antihipertensivos (Martín-Ortega, 2019). Los principales compuestos producidos por plantas son: saponinas, taninos, flavonoides, alcaloides, entre otros. Estos (Bernhoft, 2010).

## Objetivos.

### Objetivos Generales

- Establecer un sistema de recirculación acuapónico como sistema para el riego de jacarandas.

### Objetivos particulares

Diseño de un sistema acuapónico acoplado al riego de árboles.

- Construcción de un sistema acuapónico.
- Puesta en marcha del sistema acuapónico.

## Metodología.

Se construyeron dos tipos de sistemas de riego diferentes, un sistema de cama de tubos y un sistema piramidal de tubos.

Para la construcción de estos sistemas utilizaron materiales de PVC en general:

- Tubo de PVC de 4"
- Tubo de PVC de 2"
- Codos de 2"
- Conexiones "T" de 2"
- Conexiones de cruz 2"
- Llaves de paso de 2"
- Adaptadores de 4" a 2"
- Canastillas de plástico
- Tanques de agua (volumen varios)
- Filtro de agua
- Bomba sumergible de agua 450W
- Segueta
- Taladro
- Martillo
- Metro

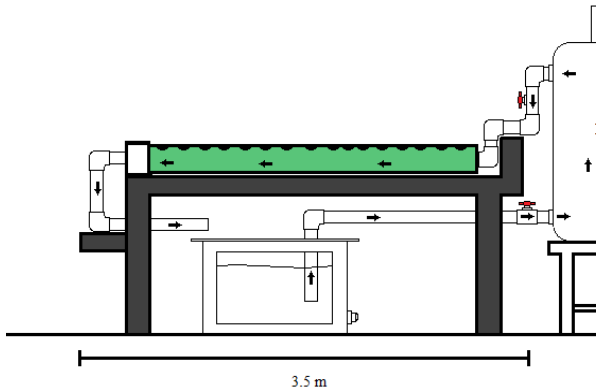
Sistema de cama de tubos.

El sistema consiste en una serie de 10 tubos de 4" de PVC colocados horizontalmente sobre una estructura de metal. Los materiales necesarios para la construcción de este sistema fueron:

- 10 tubos de PVC de 4"
- 20 adaptadores de 4" a 2"
- 32 codos de 2"
- 12 conexiones "T" de 2"
- 2 Conexiones de cruz de 2"
- 1 llave de paso de PVC 2"
- 1 adaptador de 2" a 1 1/2"
- Tubo de PVC de 2"
- Tubo de PVC de 1 1/2"
- 1 codo de 1 1/2"
- 1 llave de paso de PVC de 1 1/2"

- Canastillas
- Filtro y soportes

El sistema conecta un filtro y un tanque de agua mediante tubos y conexiones de PVC como se muestra en la **Figura 1**.



**Fig.1** Diagrama de sistema de cama de tubos.

El filtro utilizado fue uno proporcionado, está compuesto por distintos materiales en su interior. Estos materiales están ordenados por niveles para, eliminar algunos desechos del agua que sale del tanque de peces. En el fondo se tenía pedazos de tubos de PVC, en seguida se tenía un nivel de esponjas y mayas, por último se tenía un nivel con piedras. El tanque se muestra en la **Figura 2**.



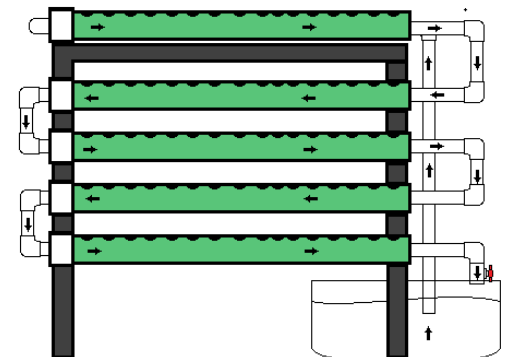
**Fig.2** Filtro de agua. El agua del tanque de agua en donde se encuentran los peces entra por la parte inferior y posteriormente sale a los tubos con las plantas por la parte superior.

### Sistema piramidal de tubos

Es un sistema de 11 tubos de 4" de PVC colocados a lo largo de un soporte piramidal. Se conectan mediante tubos de 2" al tanque de agua. Los materiales necesarios para la construcción de este sistema fueron:

- 11 tubos de PVC de 4"
- 22 adaptadores de 4" a 2"
- 25 codos de 2"
- 6 conexiones "T"
- 1 llave de paso de 2"
- Canastillas
- Soporte
- 

El agua circula a través del sistema como se muestra en la **Figura 3 y 4**.



**Fig.3** Diagrama de sistema de piramidal de tubos, vista frontal.

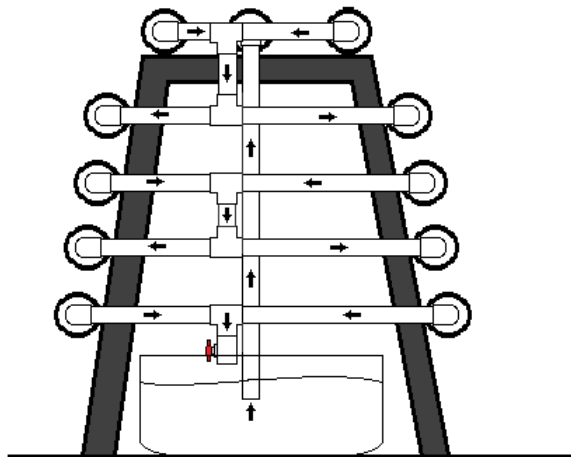


Fig.4 Diagrama de sistema de piramidal de tubos, vista lateral.

#### Pruebas de alimentación con agua

Posterior al armado, los sistemas fueron probados corriendo agua dentro de ellos utilizando una bomba sumergible de 450W. El objetivo de esto es observar e identificar posibles puntos en donde las piezas no hayan embonado bien y la pieza deba ser ajustada o sustituida.

En ambos sistemas el agua corre a través de los tubos que se muestran de color verde, la diferencia entre los dos sistemas radica en el recorrido que realiza el agua en el sistema antes de volver al tanque de agua.

En el sistema de cama de tubos una sola entrada de agua alimenta los diez tubos sin embargo el agua solo pasa a través de un tubo antes de regresar al tanque de agua. Por otro lado, aunque el sistema posee también una única entrada de agua, ésta tiene que recorrer al menos seis tubos antes de volver al tanque.

#### Resultados.

Por cuestiones de tiempo no se llegó a obtener resultados para presentar, sin embargo, se logró terminar la construcción del sistema de cama de

tubos **Figura 5 y 6** y el sistema piramidal **Figura 7 y 8**.



Fig.5 Sistema de cama de tubos. Se puede observar los diez tubos y sus orificios con canastillas para las plantas.

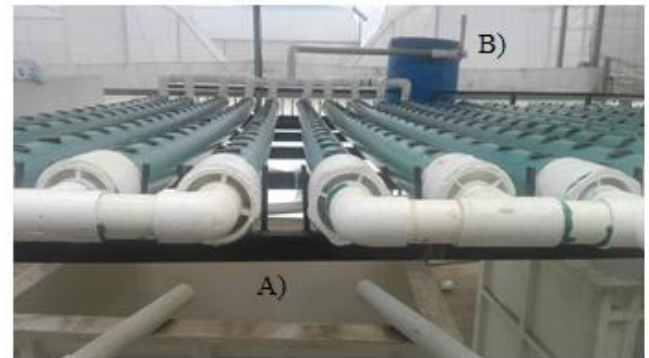


Fig.6 Sistema de cama de tubos. A) Tanque de agua para peces. B) Filtro de agua.



Fig.7 Sistema piramidal de tubos..



**Fig.8** Sistema piramidal de tubos. Se muestran las conexiones entre los distintos niveles de tubos por donde corre el agua.

Posterior al armado, los sistemas se probaron haciendo correr agua por ellos con una bomba sumergible. Durante las pruebas se observó que uno de los sistemas presentaba fugas de agua, sin embargo, estas goteras no son un problema de mucha importancia, se espera que con el paso del tiempo las sales presentes en el agua del sistema se irán acumulando eliminando el goteo.

### **Discusión y conclusiones.**

Los acuaponia es un método sostenible que ofrece un gran número de ventajas en áreas como agricultura, acuacultura produciendo tanto plantas como peces aptos para consumo, ambiental al ser amigable con el ambiente reciclando los desechos generados por peces, incluso en el área económica. Al construir estos sistemas acuapónicos se busca generar agua con los nutrientes generados por los peces. Esta agua además de servir como

fente de nutrientes a las plantas presentes en el sistema puede ser aplicada a plantas ajenas al sistema. De esta manera se buscaba observar los efectos que se presentaban en la jacaranda y en sus componentes al ser regada con agua de los sistemas. Sin embargo por la disposición del tiempo solo se logró concluir con dos sistemas acuapónicos distintos distintos.

### **Agradecimientos.**

Agradezco a la Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez por la oportunidad de contribuir en el proyecto, al Dr. Juan Fernando García Trejo y al equipo del laboratorio de Bioingeniería por el apoyo y su hospitalidad. Además agradezco a mi compañero José Luis Vargas Rios por su ayuda y cooperación en el proyecto y la estancia

### **Referencias bibliográfica**

Bernhoft, A. (2010). A brief review on bioactive compounds in plants. A. Bernhoft, 11-17.

Dauda, A. B., Ajadi, A., Tola-Fabunmi, A. S., & Akinwale, A. O. (2018). Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. Aquaculture and Fisheries.

Gutiérrez, M. E. M. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. Informador técnico, (76), 123-129.

Khamsan, S., Liawruangrath, S., Teerawutkulrag, A., Pyne, S., Garson, M., & Liawruangrath, B. (2012). The isolation of bioactive flavonoids from Jacaranda obtusifolia HBK ssp. rhombifolia (GFW Meijer) Gentry. Acta Pharmaceutica, 62(2), 181-190.

Martín Ortega, A. and Segura Campos, M. (2019). Bioactive Compounds as Therapeutic Alternatives. Bioactive Compounds, pp.247-264.

Ramirez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., & Giraldo, H. H. (2017). La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 4(1-2), 32-51.

---



# La preservación de indicios en materia de desaparición forzada

Anallely Olvera Jaramillo<sup>4\*</sup>  
Mtro. Juan Alberto Pichardo  
Hernández<sup>5\*\*</sup>

## Resumen

El desarrollo de este trabajo se da a través de una investigación cualitativa con la finalidad de analizar los problemas que existen en la preservación de indicios en materia de desaparición forzada.

Se han establecido diversas normas y protocolos para la intervención en casos de desaparición forzada y para el adecuado manejo y resguardo de indicios, sin embargo, en materia desaparición forzada el Estado o servidores públicos están relacionados con la comisión del delito, por lo cual, buscan la forma de eliminar toda evidencia para eludir la justicia. Por lo tanto, es necesario realizar nuevas estrategias que sirvan para la preservación de los indicios que ayuden a determinar la localización e identificación de una víctima de desaparición forzada.

**Palabras clave:** Desaparición forzada; Indicio; Persona desaparecida, Preservación

## Summary

The development of this work takes the form of a qualitative investigation with the aim of analyzing the problems that exist in the preservation of signs of enforced disappearance.

A number of standards and protocols have been established for intervention in cases of enforced disappearance and for the proper handling and safeguarding of evidence, However, in cases of enforced disappearance, the State or public servants are involved in the commission of the offence and are therefore seeking ways to eliminate all evidence in order to evade justice. Therefore, it is necessary to develop new strategies that will serve to preserve the evidence that will help to determine the location and identification of a victim of enforced disappearance.

**Key words:** Forced disappearance; Signs; Missing person, Preservation

## Introducción

México enfrenta un serio problema en materia de desaparición de personas, se ha registrado un alto el número de denunciadas en el Registro Nacional de Datos de Personas Extraviadas o Desaparecidas, sin embargo, es necesario considerar que no existe una cifra oficial que determine cuantas personas se encuentran desaparecidas, puesto que, existe una cifra negra de estos casos que no se incluyen en este registro por diversas causas.

En la desaparición forzada el Estado o servidores públicos están relacionados con la comisión del delito, por lo cual, buscan la forma de eliminar toda evidencia para eludir la justicia, por ejemplo, provocan la alteración,

---

<sup>4</sup> Estudiante de la Licenciatura en Criminología de la UAQ

<sup>5</sup> Profesor de la Licenciatura en Criminología, [juan.pichardo@uaq.mx](mailto:juan.pichardo@uaq.mx)

destrucción o contaminación de los indicios que se pueden encontrar en el lugar de investigación, ocasionando que los procesos de investigación se queden en impunidad atentando el derecho a la verdad y el acceso a la justicia que tiene cada individuo.

En el siguiente trabajo se analizan cuáles son las problemáticas que se presentan en la preservación de indicios/muestras/evidencias en materia de desaparición forzada, por lo que, se han identificado posibles soluciones para dichos problemas, con la finalidad de que se logre la impartición de justicia y lo más importante, que se preserve y resguarde el material sensible significativo que sirve para poder encontrar e identificar a una persona desaparecida y también para que se castigue a las personas involucradas en este delito cumpliendo con el derecho a la verdad y acceso a justicia que tiene toda persona.

## Objetivos

### General

- Identificar las problemáticas que se presentan en la preservación de indicios/muestras/evidencias en materia de desaparición forzada con el fin de proponer soluciones a través de una investigación documental.

### Específicos

- Estudiar los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y los Protocolos Nacionales que establecen los criterios del procesamiento forense, para identificar los lineamientos que deben realizar

los peritos, mediante análisis documental.

- Conocer las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), Protocolos y Manuales establecidos a nivel nacional para la intervención en casos de desaparición forzada para conocer la manera de actuación que deben realizar los servidores públicos, por medio un análisis documental.
- Identificar las principales deficiencias que se presentan en el procesamiento de embalaje y etiquetado de indicios o evidencia a través de la realización de entrevistas a especialistas en el área de ciencias forenses.
- Desarrollar una estación de embalaje, etiquetado y sellado que cumpla con los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y los protocolos nacionales que establecen los criterios de procesamiento forense.

## Metodología

El enfoque de la investigación es cualitativo debido que se estudian los criterios normativos en relación con el correcto procesamiento de lugares de investigación donde se desarrollan actividades de embalaje y etiquetado de los indicios o evidencia forenses, con la implementación de la estación integral de embalaje, etiquetado y sellado se propone que estas actividades sean más eficientes en su proceso y apegadas a los lineamientos normativos.

El tipo de estudio es descriptivo, ya que se identificarán las ventajas y áreas de

oportunidad de la estación integral de embalajes en el procesamiento en el espacio físico de investigación. También será de carácter inductivo, puesto que, se pretende dar respuesta y solución a una etapa de la metodología de investigación que le da certeza a todo el procesamiento.

Los métodos empleados son el método analítico, método científico. Y las técnicas de investigación serán: observación directa, experimentación, entrevista.

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite “conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías” (Ortiz Frida, 2005, pág. 64).

Las técnicas empleadas será la observación directa que es “la inspección que se hace directamente a un fenómeno dentro del medio en que se presenta, a fin de contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento y características dentro de ese campo” (Centy Villafuerte, 2006).

También se utilizará la técnica entrevista, la cual se entiende como “una interacción dialógica, personal y directa entre el investigador y el sujeto estudiado. Se busca que el sujeto exprese información detallada sobre un tema” (Katayama, 2014, pág. 80).

Se considera un método y sus técnicas, puesto que se realiza un análisis sobre los lineamientos que establecen la preservación y el procesamiento de los indicios o evidencias con la finalidad de conocer si el material que se utiliza para el embalaje y sellado cumple con los criterios establecidos.

Por otra parte, el método científico “consiste en la realización de una serie de procesos específicos que utiliza la Ciencia para adquirir conocimientos. Estos procesos específicos son una serie de reglas o pasos, bien definidos, que permiten que al final de su realización se obtengan unos resultados fiables” (Espinosa, 2005).

Consiste en los siguientes pasos:

- Observación
- Planteamiento del problema
- Formulación de hipótesis
- Experimentación
- Análisis de resultados

## Resultados

Existen diversos conceptos para referirse a una persona como desaparecida, por ejemplo, persona extraviada, persona no localizada o desaparición forzada, sin embargo, hasta el año 2017 en la Ley del Registro Nacional de Datos De Personas Extraviadas o Desaparecidas y la Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas se establece a que se refiere cada término.

Una persona extraviada se refiere a “la persona que, por circunstancias ajenas a su voluntad, desconoce o no recuerda sus datos de filiación, identidad y domicilio” (Ley del Registro Nacional de Datos De

Personas Extraviadas o Desaparecidas, 2017, pág. 2). En cambio, cuando se utiliza el concepto de persona no localizada se refiere a “la persona cuya ubicación es desconocida y que de acuerdo con la información que se reporte a la autoridad, su ausencia no se relaciona con la probable comisión de algún delito” (Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas, 2017, pág. 3).

El término de persona desaparecida se diferencia de estos dos términos porque aparte del desconocimiento del paradero de la persona, se suponga que su ausencia se relaciona con la comisión de un delito, en la Ley del Registro Nacional de Datos De Personas Extraviadas o Desaparecidas (2017) se refiere como persona desaparecida a:

Toda persona que, con base en información fidedigna de familiares, personas cercanas o vinculadas a ella, la hayan dado por desaparecida de conformidad con el derecho interno, lo cual puede estar relacionado con un conflicto armado internacional o no internacional, una situación de violencia o disturbios de carácter interno, una catástrofe natural o cualquier situación que pudiera requerir la intervención de una autoridad pública competente. (pág. 2)

Por último, de acuerdo con la Convención Internacional para la protección de todas las Personas contra las Desapariciones Forzadas (2006) se entiende por desaparición forzada:

El arresto, la detención, el secuestro o cualquier otra forma

de privación de libertad que sean obra de agentes del Estado o por personas o grupos de personas que actúan con la autorización, el apoyo o la aquiescencia del Estado, seguida de la negativa a reconocer dicha privación de libertad o del ocultamiento de la suerte o el paradero de la persona desaparecida, sustrayéndola a la protección de la ley.

Es evidente que, en el delito de desaparición forzada el responsable es el Estado, mejor dicho, los involucrados son servidores públicos o personas que actúan bajo su autorización, lo cual es paradójico, porque el Estado es el responsable de la impartición de justicia. La Fiscalía tiene la responsabilidad de “conducir la investigación, coordinar a las Policías y a los servicios periciales durante la investigación y vigilar que se cumpla estrictamente con los derechos humanos reconocidos en la Constitución y en los Tratados Internacionales” (Protocolo Homologado para La Búsqueda de Personas Desaparecidas y la Investigación del Delito de Desaparición Forzada., 2015, pág. 25).

Si se encuentran indicios que ayuden a determinar la ubicación de una persona desaparecida o sirvan como medio de identificación es obligatorio “preservar, ordenar o supervisar, según sea el caso, la aplicación y ejecución de las medidas necesarias para impedir que se pierdan, destruyan o alteren indicios, huellas o vestigios del hecho delictuoso (Protocolo Homologado para La Búsqueda de Personas Desaparecidas y la Investigación del Delito de Desaparición Forzada., 2015, pág. 25), Sin embargo, cuando se trata de un delito de desaparición forzada, es evidente que algunos servidores públicos están

relacionados con la comisión del delito, por lo cual, no garantiza que realicen adecuadamente sus funciones.

Al estar involucrados servidores públicos en la comisión de un delito de desaparición forzada, se puede presumir que estos realizan ciertas acciones con la finalidad de eludir la justicia, si se encuentran indicios que ayuden a esclarecer la investigación estos pueden llegar a ser manipulados, alterados o destruidos, por lo que, es necesario hacer un énfasis en las etapas de embalaje, etiquetado y sellado, para garantizar la preservación de los indicios.

La Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos (CMDPDH) ha documentado en los casos que acompaña de manera integral, que el manejo de las evidencias o pruebas en los procesos penales en México, incluido el cuidado de la cadena de custodia, son deficientes, lo que ha contribuido a dificultar las investigaciones y, sobre todo, a que los hechos permanezcan en la impunidad. La destrucción de evidencia y la alteración del lugar de los hechos y/o del hallazgo también han sido prácticas utilizadas para eludir la responsabilidad estatal y, sobre todo, la penal individual (2015, págs. 15-16).

Para la preservación de un indicio se han establecido Normas, Protocolos y Manuales que tienen como objetivo “establecer acciones para asegurar, resguardar, proteger y mantener indicios o elementos materiales probatorios” (Guía Nacional de Cadena de Custodia, 2015, pág. 14), sin embargo, a pesar de los parámetros que se han establecido para el adecuado manejo de los indicios, se presenta un problema en la recolección y resguardo de indicios, donde el material

que se utiliza para el embalaje, etiquetado y sellado no cumplen con las características necesarias para preservación del indicio, ocasionando que estos sean vulnerables a la contaminación, alteración o destrucción.

Por tal motivo, se considera necesario establecer criterios generales a nivel nacional donde se garantice el trabajo de cada servidor público, en este caso de expertos en el área forense, es necesario diseñar estrategias de buenas prácticas para obtener veracidad en el trabajo que realizan y así garantizar el derecho a la justicia que tiene cada individuo y lo más importante que se encuentre el a la persona que ha sido victimizada por el delito de desaparición forzada.

Es necesario desarrollar una Estación Integral de Embalaje, Etiquetado y Sellado, tanto móvil y fija para cada laboratorio de criminalística que existe en el país, la cual se conforma por una mesa que este equipada con las estructuras, materiales y accesorios necesarios para realizar las actividades de embalaje, etiquetado y sellado adecuados para los diferentes tipos de indicios. De igual manera, se debe realizar más avances tecnológicos como desarrollar una base de datos y un sistema de georreferencia que indique en tiempo real la intervención de los peritos en criminalística de campo en el lugar físico de investigación, así como mejorar tanto el material y tipo de sellado que se utiliza para realizar el embalaje de un indicio. Todo esto con la finalidad de garantizar la integridad de cada indicio y se pueda utilizar como evidencia para identificar y localizar a una persona que ha sido víctima de desaparición forzada.

## **Discusión y conclusiones**

---

Se deben de buscar realizar medidas para garantizar la credibilidad del trabajo de expertos forenses, con el objetivo de que no violenten los derechos humanos de cada persona, puesto que, su labor es trascendente para poder lograr la impartición de justicia y que los casos delictivos no queden en impunidad.

En cada búsqueda de una persona desaparecida subyace una historia que requiere no sólo de un buen testimonio, de evidencias confiables, de la pericia y formación del investigador, y tecnología disponible, sino también de un mayor compromiso humano y social del profesional abocado a la misma, debido a que, mientras para el Poder Judicial el desaparecido es solamente un número de expediente o un 'caso' más, detrás de ese número y de ese caso hay un rostro, un ser humano que formó parte de una familia, de un grupo social, del cual fue forzada y brutalmente alejado. (Sagripanti et al., 2017, pág.56)

Es decir, además de las estrategias que se deben realizar para la búsqueda de una persona desaparecida también es necesario realizar una correcta selección del personal que trabajará como servidor público, puesto que, debe tener vocación profesional y un compromiso humano y social que le permita mostrarse sensible ante cualquier acto delictivo que se presente en la sociedad y además garantizar que no se atente contra los Derechos Humanos y que tampoco se involucre en la comisión de un delito.

## Agradecimientos

Agradezco al Mtro. Juan Alberto Pichardo Hernández por la oportunidad que me brindó para participar en esta investigación. También agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por la motivación y apoyo que brinda a los estudiantes para el desarrollo de investigaciones.

## Referencias bibliográficas

- Centty Villafuerte, D. (2006). Las técnicas de investigación. En *Manual metodológico para el investigador científico*. Peru: Nuevo Mundo. Obtenido de [www.eumed.net/libros/2010e/816/](http://www.eumed.net/libros/2010e/816/)
- Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos, A.C. . (Noviembre de 2015). *La preservación de la prueba en la investigación penal de casos de tortura, ejecución extrajudicial y desaparición de personas*. Obtenido de Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos: <http://www.cmdpdh.org/publicaciones-pdf/cmdpdh-la-preservacion-de-la-prueba-en-la-investigacion-penal-de-casos-de-tortura.pdf>
- Espinosa, E. R. (26 de Septiembre de 2005). *El método científico*. Obtenido de [https://www.lawebdefisica.com/quees/metodo\\_cientifico.pdf](https://www.lawebdefisica.com/quees/metodo_cientifico.pdf)
- Guía Nacional de Cadena de Custodia. (26 de Noviembre de 2015). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de <http://www.secretariadodejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/normateca/protocolos/VF10GuaNacionalCadenadeustodia28-10-2015.pdf>
- Katayama, O. J. (2014). *Introducción a la investigación cualitativa: Fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Lima: Fondo Editorial de la UIG V.
- Ley del Registro Nacional de Datos De Personas Extraviadas o Desaparecidas*. (17 de Noviembre de 2017). Obtenido de Diario Oficial de la Federación: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/Lrmdp/LRNDPED\\_abro.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/Lrmdp/LRNDPED_abro.pdf)
- Ley General en Materia de Desaparición Forzada de Personas, Desaparición Cometida por*

*Particulares y del Sistema Nacional de Búsqueda de Personas.* (17 de Noviembre de 2017). Obtenido de Diario Oficial de la Federación:

[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMDFP\\_171117.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMDFP_171117.pdf)

Ortiz Frida, G. M. (2005). *Metodología de la Investigación.* México: Editorial Limusa.

*Protocolo Homologado para La Búsqueda de Personas Desaparecidas y la Investigación del Delito de Desaparición Forzada.* (23 de Septiembre de 2015). Obtenido de Diario Oficial de la Federación:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/342262/Protocolo\\_Desaparici\\_n\\_Forzada\\_agosto\\_2015\\_Espa\\_ol.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/342262/Protocolo_Desaparici_n_Forzada_agosto_2015_Espa_ol.pdf)

Sagripanti, G. L. (2017). Avances de la geología forense en Argentina: búsqueda con métodos no invasivos de personas víctimas de desaparición forzada. *Revista Boletín de Geología,* 3(39), 55-59. Obtenido de <https://doi.org/10.18273/revbol.v39n3-2017004>

---

# Síntesis de Puntos Cuánticos de Sulfuro de Zinc dopados con Manganeso

Autor: Ollin Edmundo Blanco Guzmán 9no Semestre de Ing. En Nanotecnología

Asesor: Dr. Carlos Guzmán Martínez Docente Investigador SNI de la UAQ

## Resumen

Se trabajó la metodología para sintetizar puntos cuánticos de sulfuro de zinc (ZnS) dopados con manganeso (Mn) con la finalidad de estandarizar un método de síntesis óptimo. Se realizó una síntesis por microemulsión y se utilizaron como precursores el Sulfato de Zn ( $ZnSO_4$ ) y el Sulfato Manganoso ( $MnSO_4$ ), el ácido etilendiaminotetraacético EDTA se usó como surfactante y finalmente la reacción se llevó a cabo por la adición del sulfuro de sodio ( $Na_2S$ ). Se variaron concentraciones para observar los distintos resultados. Se obtuvieron puntos cuánticos con distintas propiedades fluorescentes.

## Abstract

The current project is about the synthesis of Mn doped Zinc Sulfide quantum dots ( $ZnS:Mn$  QD's), with the purpose of standardize a route of synthesis with optimal outcomes. A microemulsion synthesis was performed using  $ZnSO_4$ ,  $MnSO_4$  as precursors, EDTA as surfactant and  $Na_2S$  to induce the reaction. The concentration was varied in order to obtain different results. At the end, different QD's were obtained with different fluorescent properties.

## Palabras Clave

Puntos Cuánticos, Microemulsión, Precipitación

Simple, Surfactante, Fluorescencia.

## Keywords

Quantum Dots, Microemulsion, Precipitate, Surfactant, Fluorescence.

## Introducción

Los puntos cuánticos son nano estructuras de diámetro pequeño que poseen propiedades únicas las cuales son aprovechadas en celdas solares, recubrimientos, biosensores y en tratamientos médicos. El trabajo que se realizará será el de investigar una ruta de síntesis y caracterización de puntos cuánticos relativamente más ecológicos y biocompatibles que el promedio, para proponer una posible aplicación de éstos.

La motivación para la realización de éste proyecto es la investigación de rutas de síntesis económicas de puntos cuánticos, ya que éstos nuevos materiales presentan propiedades únicas que pueden ser aprovechados en la elaboración de importantes dispositivos como celdas solares, pantallas QLED, biosensores, etc.

## Antecedentes

Los nanomateriales son utilizados para muchas aplicaciones tecnológicas, esto por las propiedades únicas que presentan los materiales en la escala nanométrica (1-100nm). La peculiaridad de éstas propiedades puede explicarse si se toma en cuenta que la materia en ésta escala deja de comportarse como cualquier otro material en bulto y comienza a comportarse más en el reino cuántico. Las nanoestructuras son categorizadas de distintas maneras, por ejemplo, según las dimensiones que abarquen. Las nanoestructuras de 1 dimensión, como los nanotubos de carbono, 2 dimensiones como en el caso del grafeno, 3 dimensiones tratándose por ejemplo de los fullerenos, y 0 dimensiones. Las nanoestructuras con 0 dimensiones, dentro de ésta clasificación se encuentran los puntos cuánticos, o Quantum Dots en inglés (QD's).

La definición estandarizada de un Punto Cuántico es la de aquella nanopartícula o región que presente un confinamiento cuántico en 3 dimensiones. Los puntos cuánticos son también llamados las nanopartículas semiconductoras, debido a que son tan pequeñas que los electrones en la banda de valencia no perciben un potencial



que les impida moverse entre niveles energéticos con tanta facilidad. Los puntos cuánticos presentan propiedades ópticas únicas, debido a que éstos son excitados por medio de rayos electromagnéticos de manera sencilla, lo cual permite que un electrón de la banda de valencia brinque a la banda de conducción, para posteriormente regresar a su nivel energético estable liberando la energía en forma de fotón.

Para describir la fotoluminiscencia de los puntos cuánticos se necesita hablar de plasmones superficiales. En términos simples el plasmón superficial es una cuasipartícula que se genera en la superficie de un material por las oscilaciones colectivas de los electrones de dicha superficie. Esto describe por qué los puntos cuánticos de un mismo material presentan distintos colores de emisión dependiendo de su tamaño. Se puede modificar la superficie de un material para dar como resultado un cambio en el espectro de emisión.

Las propiedades ópticas de los puntos cuánticos son aprovechadas en la fabricación de dispositivos electrónicos, como los televisores de alta resolución, también en energías se ha reportado el uso de puntos cuánticos para la elaboración de celdas solares, y de manera más reciente, se han desarrollado técnicas de detección de cáncer utilizando las propiedades luminiscentes de los puntos cuánticos (Bera, Qian, Tseng, & Holloway, 2010).

En la actualidad los puntos cuánticos más utilizados son moléculas de Cd, como el CdSe y el CdS, la razón de que éstos sean los más utilizados está relacionado por el band gap que éstos presentan, tanto puede ser porque se necesita menos energía para promover a los electrones de la red a su siguiente orbital molecular como también el que otorgan mayor energía a un sistema de colector en una celda. Lamentablemente estos puntos cuánticos, por muy buenos que sean, no pueden ser ampliamente utilizados, ya que estos puntos cuánticos tienen una toxicidad ya reportada por la liberación de iones de metales pesados que finalmente producen un alto estrés oxidativo (Geszkemoritz, 2018).

Los puntos cuánticos de Sulfuro de Zinc o ZnS QD's son más amigables con el medio ambiente. El ZnS es un semiconductor de banda ancha (3.6-3.9eV) que ha atraído la atención para el desarrollo de dispositivos opto-eléctricos. Para mejorar sus propiedades luminiscentes éste es usualmente dopado con metales, tales como el Al, Cu, Mn y Ag. De entre todos estos dopantes, el Mn tiene una importancia muy grande, al dopar el ZnS con el Mn se crean impurezas, generando pequeños escalones en donde

los electrones se pueden apoyar para llegar a la banda de conducción (Srivastava et al., 2010), esto mejora la luminiscencia. Además de eso el Mn y el Zn presentan propiedades similares.

Se han diseñado distintos tipos de metodologías para obtener éstos puntos cuánticos. Lo más básico es conseguir las sales de los metales y juntarlas de tal forma que se produzca una reacción, éste método es un método químico de precipitación simple (Chen et al., 2000) (Kripal, Gupta, Srivastava, & Mishra, 2011). Este tipo de métodos son baratos y rápidos, pero en ocasiones no son los más exactos ni controlados a la hora de elaborar los puntos cuánticos.

El ZnS dopado con Manganeso ya se ha reportado en aplicaciones biomédicas, como un método de detección de cáncer aprovechándose de sus propiedades luminiscentes (Geszke et al., 2011) (Manzoor et al., 2009).

## Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el de investigar un método de síntesis, variando parámetros y observar resultados para determinar la ruta más óptima de síntesis de éstos puntos cuánticos.

## Metodología

La Metodología empleada fue basada levemente en el método de síntesis empleado por (Manzoor et al., 2009) con cambios significativos en el surfactante y concentraciones.

en el que se presenta la síntesis de puntos cuánticos de ZnS dopados con Manganeso  $2+$ . Como precursores se proponen soluciones de Sulfato de Zinc ( $ZnSO_4$ ) y Sulfato de Manganeso ( $MnSO_4$ ), Se utilizan distintas concentraciones de ambos, para el sulfato de zinc se utilizó una concentración de 0.1M, para el Sulfato de Manganeso una concentración diez veces menor 0.01M. Como surfactante se utiliza EDTA en concentración 0.01M. Se hace una mezcla con los precursores teniendo una relación Zn:Mn de 100:1, y se ajusta el pH de la mezcla a 9, posteriormente se sometió a un baño sónico para eliminar el oxígeno dentro por medio de la cavitación. Se añade a la mezcla Sulfuro de Sodio ( $Na_2S$ ) en concentración 0.1M y se observa un precipitado blanco. Se repite la síntesis pero con distintas relaciones de concentraciones (100:3, 100:5, 100:10 y 100:15) y pH (9,11). Se filtra el precipitado por centrifugación y se observan los resultados.

## Resultados

Todas las síntesis dieron como resultado un precipitado de color blanco, dependiendo de la concentración de dopante se observó si éste brillaba o no.

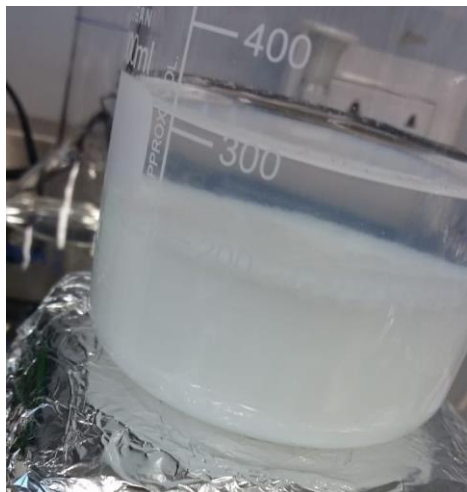


Fig.1 Precipitado de Puntos Cuánticos ZnS:Mn

Las primeras síntesis que se realizaron a pH bajo y concentraciones de dopantes bajas dieron como resultado un precipitado de puntos cuánticos que no exhibía notables propiedades fluorescentes al ser irradiados por luz ultravioleta.

Fig. 2 Izquierda filtrado con concentración baja de dopante y derecha filtrado con alta concentración de dopante.

Las síntesis siguientes de concentraciones mayores exhibían una notable fluorescencia al ser irradiadas por luz ultravioleta.

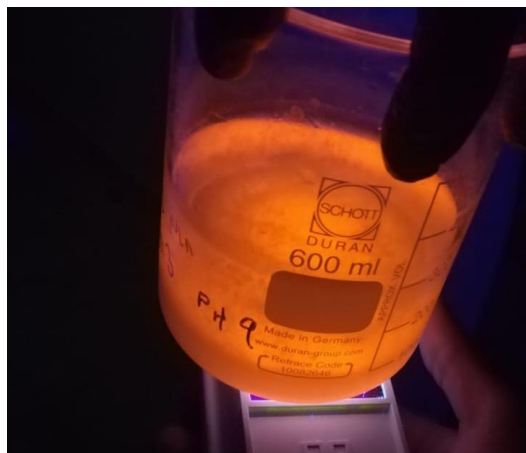


Fig. 3 Fluorescencia de Puntos Cuánticos

Por medio de las propiedades Fluorescentes pudimos comprobar que el precipitado se trataba efectivamente de puntos cuánticos. Se deben aplicar más caracterizaciones para arrojar mejores conclusiones.

## Discusión y Conclusiones

Se obtuvieron puntos cuánticos de ZnS dopados con Manganeso siguiendo la metodología propuesta y se espera realizar futuras caracterizaciones fisicoquímicas.

El siguiente paso el proyecto será determinar cuál concentración de dopante a cuál pH dio como resultado los puntos cuánticos con tamaños más homogéneos. Se planea realizar pruebas de dispersión de luz para resolver esa incognita.

Posteriormente se analizará los puntos cuánticos con el método de XRD para conocer más acerca de la estructura



de los puntos cuánticos obtenidos.

## Agradecimientos

Se agradece a la coordinación de posgrados de la Universidad Autónoma de Querétaro por la realización del Verano de la Ciencia UAQ, por aceptar éste proyecto a ser parte de él y a Conacyt por el apoyo económico que se brindo por la realización del mismo.

## Bibliografía

- Bera, D., Qian, L., Tseng, T. K., & Holloway, P. H. (2010). Quantum dots and their multimodal applications: A review. *Materials*, 3(4), 2260–2345. <https://doi.org/10.3390/ma3042260>
- Chen, W., Li, G., Malm, J. O., Huang, Y., Wallenberg, R., Han, H., ... Bovin, J. O. (2000). Pressure dependence of Mn<sup>2+</sup>-fluorescence in ZnS:Mn<sup>2+</sup>-nanoparticles. *Journal of Luminescence*, 91(3), 139–145. [https://doi.org/10.1016/S0022-2313\(00\)00222-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2313(00)00222-2)
- Geszke-moritz, M. (2018). Synthesis of stable and non-cadmium containing quantum dots conjugated with folic acid for imaging of cancer cells To cite this version : HAL Id : tel-01749496 soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la Contact : [ddoc-theses-contact@univ-lorrai](mailto:ddoc-theses-contact@univ-lorrai).
- Geszke, M., Murias, M., Balan, L., Medjahdi, G., Korczynski, J., Moritz, M., ... Schneider, R. (2011). Folic acid-conjugated core/shell ZnS:Mn/ZnS quantum dots as targeted probes for two photon fluorescence imaging of cancer cells. *Acta Biomaterialia*, 7(3), 1327–1338. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.10.012>
- Guijarro, N., Campiña, J. M., Shen, Q., Toyoda, T., Lana-Villarreal, T., & Gómez, R. (2011). Uncovering the role of the ZnS treatment in the performance of quantum dot sensitized solar cells. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 13(25), 12024–12032. <https://doi.org/10.1039/c1cp20290a>
- Kripal, R., Gupta, A. K., Srivastava, R. K., & Mishra, S. K. (2011). Photoconductivity and photoluminescence of ZnO nanoparticles synthesized via co-precipitation method. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 79(5), 1605–1612. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2011.05.019>
- Lin, B., Yu, Y., Wei, J., Cao, Y., & Liao, Q. (2014). In situ fluorescence labelling of jasmonic acid binding sites in plant tissues with cadmium-free quantum dots. *IET Nanobiotechnology*, 9(1), 35–42. <https://doi.org/10.1049/iet-nbt.2014.0002>
- Manzoor, K., Johny, S., Thomas, D., Setua, S., Menon, D., & Nair, S. (2009). Bio-conjugated luminescent quantum dots of doped ZnS: A cyto-friendly system for targeted cancer imaging. *Nanotechnology*, 20(6). <https://doi.org/10.1088/0957-4484/20/6/065102>
- Shen, Q., Kobayashi, J., Diguna, L. J., & Toyoda, T. (2008). Effect of ZnS coating on the photovoltaic properties of CdSe quantum dot-sensitized solar cells. *Journal of Applied Physics*, 103(8). <https://doi.org/10.1063/1.2903059>
- Srivastava, B. B., Jana, S., Karan, N. S., Paria, S., Jana, N. R., Sarma, D. D., & Pradhan, N. (2010). Highly luminescent Mn-doped ZnS nanocrystals: Gram-scale synthesis. *Journal of Physical Chemistry Letters*, 1(9), 1454–1458. <https://doi.org/10.1021/jz100378w>
- Yang, Z., Chen, C. Y., Roy, P., & Chang, H. T. (2011). Quantum dot-sensitized solar cells incorporating nanomaterials. *Chemical Communications*, 47(34), 9561–9571. <https://doi.org/10.1039/c1cc11317h>

# Efecto de la Temperatura de Madurado en el Diámetro de Poro de la SBA-16

Nava-Mendoza, R., Segura-Gutiérrez, I. G.,  
Breña-Cruz, E.C.,  
Universidad Autónoma de Querétaro  
evacarina.bc@gmail.com

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue sintetizar mediante el proceso de sol-gel sílices mesoporosas SBA-16, cuyo arreglo de poros presenta una estructura cubica, en el cual se modificó la temperatura del madurado descrita en la literatura de 80°C a una temperatura de madurado de 100°C y 120°C, respectivamente. Se planteó observar los efectos generados en el tamaño del poro del material y en la estructura de los mismos, debido al cambio en la temperatura de madurado.

También, las muestras de SBA-16 así obtenidas se funcionalizaron con grupos amino (NH<sub>2</sub>) y fueron analizadas por análisis termogravimétrico (TGA) para determinar la estabilidad térmica de los grupos amino en la superficie interna de los poros de la SBA-16. Posteriormente, las muestras obtenidas serán caracterizadas mediante las isotermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub> a 77 K, para comprobar el efecto de la temperatura de madurado en el diámetro de poro de la SBA-16.

**Palabras clave:** SBA-16, sol-gel, poro, mesoporoso, sílice, temperatura.

## Summary

The objective of this work was to synthesize by means of the sol-gel process SBA-16 mesoporous silica, whose pore arrangement has a cubic structure, in which the maturation temperature described in the literature of 80 ° C was modified at a temperature of matured at 100 ° C and 120 ° C, respectively. It was considered to observe the effects generated in the pore size of the material and in the structure of the same, due to the change in temperature of maturation; It was also functionalized with amino groups (NH<sub>2</sub>) to

observe the properties of the different SBA-16 synthesized by thermogravimetric analysis (TGA) that allowed us to check the presence of these groups and give incidents about the variation of the pore size.

**Palabras clave:** SBA-16, sol-gel, mesoporous materials, silica.

## Introducción

Un material mesoporoso es un tipo de material que forma una estructura de poros que van de los 2 a 50 nm en diámetro de acuerdo con la nomenclatura IUPAC. Estas estructuras pueden tener diferentes ordenamientos los cuales se ven afectados principalmente por las cantidades de reactivos utilizados, así como del tipo de surfactante.

La IUPAC clasifica los materiales porosos de acuerdo al tamaño del poro (Posada y col., 2011):

Microporosos: diámetro de poro inferior a 2 nm.

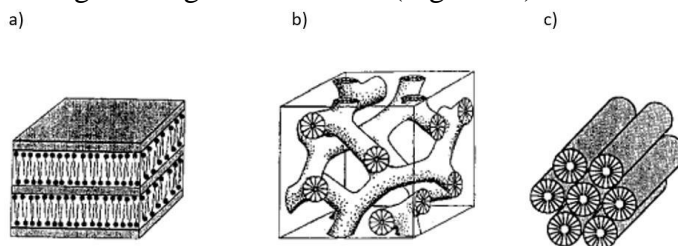
Mesoporosos: diámetro de poro en el intervalo 2-50 nm.

Macroporosos: diámetro de poro superior a 50 nm.

Cada uno de estos materiales presenta propiedades y características distintas que nos permiten elegir la mejor aplicación para cada uno, en el caso de los mesoporosos, gracias a sus propiedades texturales, térmicas y estructurales se pueden utilizar para desarrollar soportes catalíticos, catalizadores y adsorbentes (Peña y col., 2009)

A partir de la primera familia de mallas moleculares silicato mesoporosas publicadas por la compañía Mobil Oil en 1992 podemos clasificar tres arreglos mesoporosos:

- Arreglo laminar MCM-50 (Figura 1a)
- Arreglo cubico MCM-48 (Figura 1b)
- Arreglo hexagonal MCM-41 (Figura 1c)



**Figura 1.** Estructuras de arreglos mesoporosos.

Cabe señalar que, aunque la sílice es un material

amorfo, el nombre de los arreglos estructurales es referente al ordenamiento de los poros y no específicamente a la estructura molecular de cada poro. En el presente trabajo se utilizó el método de Zhao y col. (1998) para la síntesis de una sílice mesoporosa cúbica SBA-16. Zhao y col. exploraron el trabajo de Mobil Corporation y desarrollaron nuevos materiales mesoporosos de sílice con otros tensoactivos para controlar tanto el tamaño de los poros como su arreglo espacial.

La importancia de estos materiales es que cuentan con:

- Elevada porosidad, entre los 2 y 10 nm.
- Ordenamiento poroso definido
- Fácil control de la morfología y el tamaño de las partículas
- Propiedades químicas modulables por incorporación de heteroátomos y grupos funcionales diversos.

La sílice es un material de naturaleza inorgánica ( $\text{SiO}_2$ ) proveniente de la policondensación de los grupos silanoles ( $-\text{Si}-\text{OH}$ ) del ácido silícico ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ). El  $\text{SiO}_2$  es muy estable, presenta alta área específica y posee excelentes propiedades mecánicas, sin embargo, es bastante inerte, lo que limita su aplicación como catalizador o soporte catalítico (Peña y col., 2009). Los precursores de sílice o de síntesis de coloides en el proceso sol-gel, consisten de un metal o elemento metaloide rodeados por varios ligando. Los calcófidios metálicos son los más populares porque reaccionan rápidamente con agua. Los más usados son los alcoxisilanos, como el tetraetoxisilano (TEOS) (Ojeda-López y col., 2014).

Para la formación de los poros, se utilizó un surfactante que, al reaccionar con el agua, generó un efecto de detergencia lo que permitió la formación de micelas, que a su vez formaron los tubos micelares que después fueron recubiertos con la sílice. Los surfactantes son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo hidrofílico (polar, soluble en agua) y un grupo hidrofóbico (no polar, facilita solubilidad en disolventes no polares y aceites) (Huo y col., 1994, Yildirim y col., 2016). Para que un compuesto sea

clasificado como un surfactante debe presentar actividad superficial, además de tener una concentración de agregación crítica llamada concentración micelar crítica (CMC) que es cuando se forman micelas en un medio acuoso (Šteflová y col., 2016).

Estos surfactantes se clasifican de acuerdo a la carga que poseen como aniónicos, catiónicos, anfóteros y no iónicos. En el caso del surfactante empleado en la síntesis de la SBA-16, se utilizó el Pluronic F-127, el cual, es un surfactante no iónico.

Los surfactantes no iónicos son aquellos que no se disocian en agua y la cabeza hidrófila tiene una carga neutra. La cadena hidrófila la forma generalmente una cadena de poli (óxido de etileno) o poli (óxido de propileno) y la cola es una cadena alifática o alquilaromática. Se usan comúnmente en la formación de emulsiones, como dispersantes y detergentes (Misra y col., 2010). Este es un tensoactivo polimérico.

Las interacciones atractivas entre el surfactante orgánico y el precursor inorgánico son un factor importante en la síntesis de las mesoestructuras ordenadas (Polarz y col., 2014). Una posible forma de clasificar este tipo de interacciones es considerar que la cabeza polar del surfactante se enlaza al precursor inorgánico. De esta forma, según las cuatro rutas posibles de Huo y col. 1994 para la síntesis de ordenamientos mesoestructurados, donde se define al precursor inorgánico (I) y la cabeza polar del surfactante (S) (Huo y col., 1994), en el método sol-gel propuesto por Zhao y col., tenemos una interacción iónica similar al tipo  $\text{S}+\text{X}-\text{I}+$  y  $\text{S}-\text{X}+\text{I}-$ . Estas rutas implican interacciones mediadas por contraiones para poder permitir el ensamblaje de especies catiónicas o aniónicas inorgánicas mediante aniones halogenuro ( $\text{S}+\text{X}-\text{I}+$ ) o cationes alcalinos ( $\text{S}-\text{X}+\text{I}-$ ), respectivamente.

### Proceso Sol-Gel

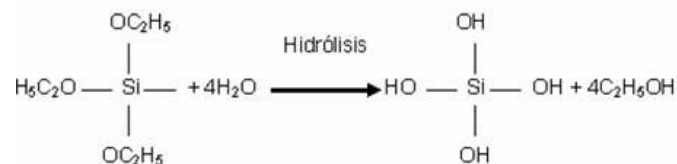
El proceso sol-gel implica la evolución de redes inorgánicas mediante la transformación continua de una solución a una suspensión coloidal de partículas sólidas en un líquido o dispersión coloidal (sol) y la condensación del sol al formar una red en fase líquida

continua (gel) (Guzmán and Giles, 2012).

Las principales reacciones químicas durante el proceso de Sol-Gel son:

- Hidrólisis y condensación de agua y alcohol.

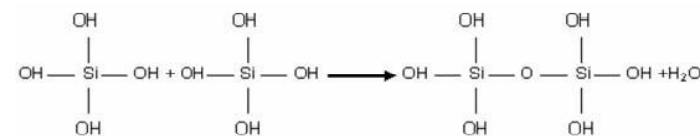
En esta etapa el tetraetilortosilicato (TEOS) reacciona con el agua en una reacción de hidrólisis, en esta etapa los grupos alcóxidos,  $\text{OC}_2\text{H}_5$ , son sustituidos por hidróxilos (OH) obteniéndose etanol y silanol (hidróxidos de silicio).



**Figura 2.** Hidrólisis y condensación de agua y alcohol.

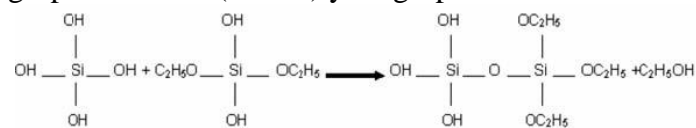
Posteriormente los enlaces siloxanos, Si-O-Si, se forman simultáneamente mediante:

1. Condensación de agua con la reacción de grupos hidróxilos de los hidróxidos de silicio.



**Figura 3.** Condensación de agua.

2. Condensación de alcohol con la reacción de un grupo hidroxilo (Si-OH) y un grupo alcóxido.



**Figura 4.** Condensación de alcohol.

Esta reacción se lleva a cabo hasta formar una red sólida tridimensional, gel, conteniendo en sus poros agua y etanol (Guzmán and Giles, 2012). La estructura del gel se verá afectada por la temperatura, concentración de electrolitos, naturaleza del precursor, tipo de alcóxido, velocidad de reacción de hidrólisis y condensación (Wan and Zhao, 2007).

- Gelificación

Etapa en la que se forma una red tridimensional por la unión de las partículas de sílice condensadas y un

incremento en la viscosidad de la solución (Palma y col., 2010).

- Madurado

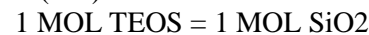
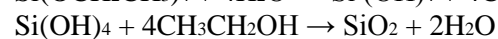
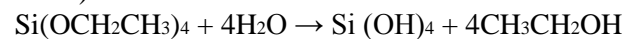
Etapa donde se estabiliza la estructura y se consolida la matriz sólida en condiciones hidrotérmicas (Palma y col., 2010, Kato y col., 2005).

- Secado

Eliminación del líquido que contiene el gel dentro de los poros formados por la red.

- Calcinado

Etapa donde es eliminado el material orgánico a una temperatura de  $500^\circ\text{C}$ , el grupo alcóxido (Si-OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) se calcina, dejando en el material solamente enlaces siloxanos (Si-O-Si) (Depagne y col., 2011, Martinelli, 2014).



## El Material Mesoporoso SBA-16

El material denominado SBA-16 (Santa Bárbara Amorfo No. 16) fue desarrollado por Stucky y colaboradores. Tiene una estructura cúbica de poros uniformes. Puede ser preparado en un rango de tamaños de poro (3.0 nm a 5.0 nm) y espesores de pared de poro (3.1 nm a 6.4 nm). Esto se logra variando la temperatura ( $35^\circ\text{C}$  a  $140^\circ\text{C}$ ) y tiempo de reacción (11 h a 72 h) durante su preparación [Kim, et al. 2004]. El surfactante se puede recuperar por extracción con un solvente (etanol) o se puede eliminar por calcinación, en ambos casos se obtiene un material altamente ordenado y con alta estabilidad mecánica, térmica e hidrotérmica [Stevens, et al. 2006].

La SBA-16 se sintetiza por el método sol-gel y por medio de un mecanismo neutral que involucra interacciones del tipo de enlaces de hidrógeno entre surfactantes neutros (copolímeros anfifílicos de bloques) como agentes directores de la estructura y precursores inorgánicos neutros [Van der Voort, et al. 2002]. El papel del surfactante es el de guiar la

formación de la estructura mesoporosa [Zhang, et al. 2009]. El copolímero de tres bloques es un surfactante que en solución tiene dos partes dentro de la misma molécula (un grupo de cabeza hidrofílico y una larga cola hidrofóbica) las cuales se agregan y auto-organizan de tal manera que minimizan el contacto entre sus extremos incompatibles. Con la adición del precursor inorgánico, las especies inorgánicas participan en interacciones del tipo de enlaces de hidrógeno con los grupos de cabeza del surfactante dando como resultado la formación de una mesoestructura (inorgánico-surfactante) ordenada de forma cúbica. Durante la etapa de madurado la mesoestructura se consolida adquiriendo sus características finales. En el presente trabajo se emplean 3 temperaturas de madurado diferentes (80°C, 100°C y 120°C), con las cuales se pretende observar su efecto en el diámetro de poro de la SBA-16. Se espera que el tamaño del poro aumente al aumentar la temperatura de madurado. Finalmente, el surfactante se elimina por extracción con un solvente o por calcinación para obtener el material mesoporoso ordenado.

**Tabla 1.** Propiedades texturales de la SBA-16.

**Propiedad Característica**

Área superficial	500-800 m <sup>2</sup> /g
Diámetro de poro	3-6 nm
Volumen de poro	0.4-0.8 cm <sup>3</sup> /g

Al funcionalizar un material mesoporoso podemos modificar sus características y con ello tener diversas aplicaciones dependiendo de los grupos funcionales que sean anclados a la misma. En el presente trabajo se les incorporó grupos amino, dado a que estos materiales muestran un mayor grado de hidrofobicidad en comparación con la SBA-16 sin funcionalizar, debido a la sustitución de grupos silanoles por grupos de aminos. [Feliczak-Guzik, et al. 2015]

Los materiales modificados con grupos amino muestran un orden de largo alcance, grandes superficies y estructuras de poros regulares bien definidas. Los estudios han demostrado que los materiales mesoporosos funcionalizados con grupos

amino tienen un gran potencial para la adsorción de CO<sub>2</sub>, [Feliczak-Guzik, et al. 2015] así como para la captación de algunos iones de metales pesados en agua.

**Objetivos**

- Sintetizar sílices mesoporosas SBA-16 mediante el proceso de sol-gel para obtener un arreglo cúbico de poros con una alta calidad.
- Funcionalizar las SBA-16 con grupos funcionales amino (-NH<sub>2</sub>).
- Utilizar diferentes temperaturas de madurado para observar sus diferencias estructurales.
- Caracterizar las sílices mesoporosas mediante análisis termogravimétrico (TGA).

**Metodología**

Para sintetizar la sílice mesoporosa SBA-16 se llevó a cabo el procedimiento por medio del método Sol-Gel descrito por Zhao et al (1998) y por Flodström y Alfredsson (2003). Dicho procedimiento fue el siguiente:

1. Se colocó una cantidad apropiada de un surfactante neutro como director de la estructura cúbica, el Pluronic F127 (BASF).
2. Se disolvió en 240 ml de una solución 2M de ácido clorhídrico y 60 mL de agua desionizada, con agitación constante a temperatura ambiente (30°C) durante 1 hora.
3. Una vez totalmente disuelto el F127, se inició el proceso Sol-Gel mediante la adición del precursor de sílice, el TEOS (en cantidad apropiada).
4. La reacción se mantuvo por 24 horas a temperatura ambiente y con agitación constante.
5. Una vez transcurrido este tiempo, se llevó a cabo el proceso de madurado durante 48 horas a 80°C, 100°C y 120°C, respectivamente en una mufla y sin agitación.
6. Al terminar se dejó enfriar y se recuperó el sólido por filtración. Se secó a temperatura ambiente.

7. Posteriormente, se llevó a un secado a 110°C por 18 horas.
8. Finalmente, se calcinó a 500°C por 6 horas.

Para la funcionalización de la SBA-16, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se colocó un volumen adecuado de APTES 0.3M con 31 mL de etanol y a la solución formada se le agregó la cantidad apropiada de SBA-16.
2. Se mantuvo en suspensión en agitación durante 60 minutos.
3. Se adicionó la cantidad adecuada de H<sub>2</sub>O desionizada y se mantuvo en suspensión en agitación durante 60 minutos.
4. Una vez transcurrido el tiempo se recuperó el sólido por filtración y se realizó un lavado.
5. Se procedió a un secado a temperatura ambiente y posteriormente se llevó a un secado a 110°C durante 18h.

## Resultados

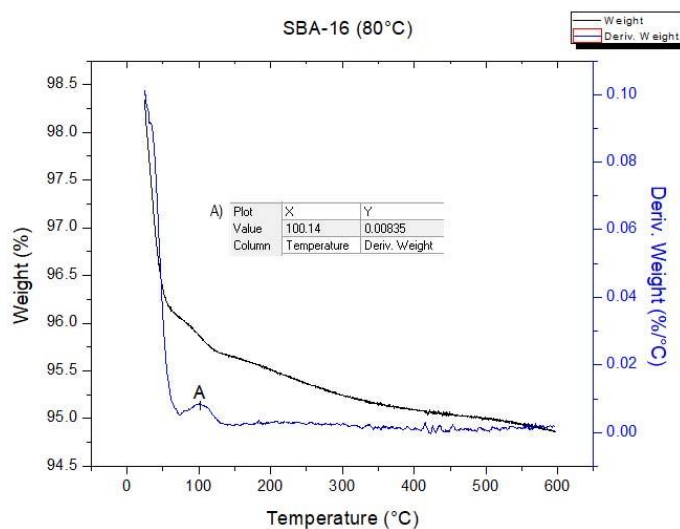
Para comprobar la estabilidad térmica de los grupos funcionales amino en cada una de las SBA-16 funcionalizadas, se realizaron análisis termogravimétricos (TGA), el cual mide la pérdida de peso ante un cambio de temperatura, que, en nuestro caso, fue al aumentarla. El análisis se llevó a cabo en una atmosfera de Nitrógeno para comprobar su estabilidad térmica, que, según lo reportado en la literatura, se mantiene estable en un rango dentro de los 600°C.

En las Figuras 5, 6 y 7 se muestran los termogramas de las muestras de SBA-16 a una temperatura de madurado de 80°C, 100°C y 120°C, respectivamente. Observamos que la variación en torno al peso es mínima en ese rango de temperatura. En general, la caída de peso en las tres graficas se muestra antes de los 100°C por lo que se puede suponer que se trata algún residuo de humedad presente en el material y

que al llegar a los 100°C se evapora.

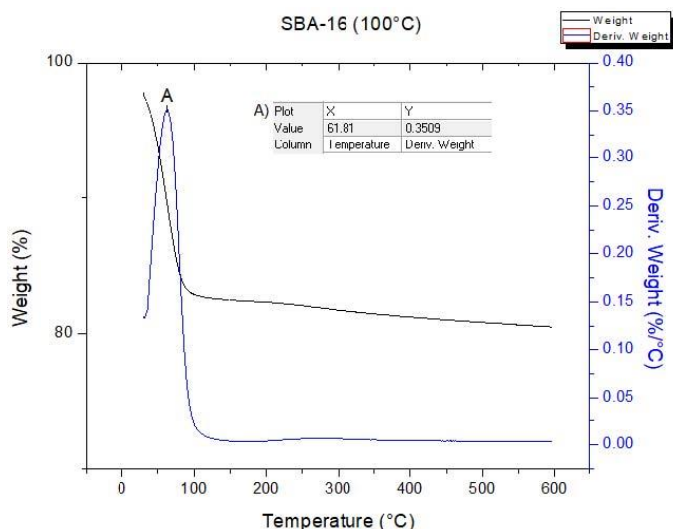
Para el caso de la SBA-16 que tuvo una temperatura de madurado de 80°C, observamos que hay una pérdida de peso en los primeros 119°C de un 4.27%. Posteriormente la curva tiene un descenso adicional de peso del 0.866% a partir de los 119°C hasta los 600°C. Al observar la gráfica correspondiente a la derivada del peso que representa la velocidad de la variación de la masa, encontramos que hay un pico intenso a los 100.14°C donde la derivada del peso vale 0.00835 %/°C.

**Figura 5.** Análisis por TGA para la SBA-16 a la temperatura de madurado de 80°C.



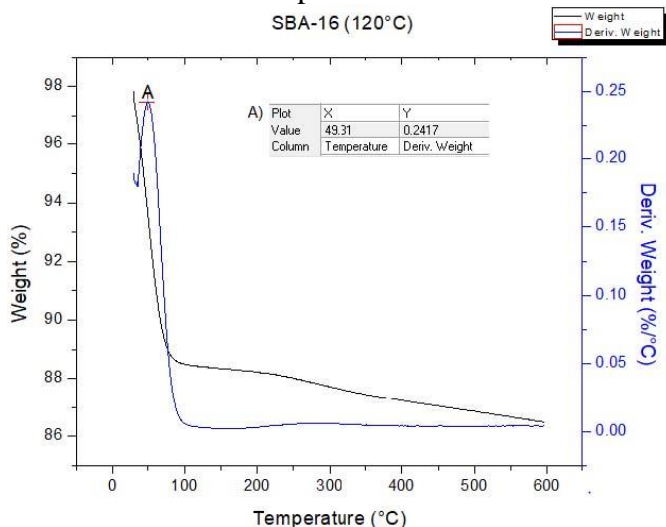
Para el caso de la SBA-16 sintetizada con una temperatura de madurado de 100°C, observamos que existe una diferencia más significativa con respecto a la pérdida de peso, en la cual, en los primeros 101°C pierde un aproximado de 17.2% en porcentaje en peso, y a partir de esa temperatura hasta los 600°C hay una pérdida del 2.3% aproximadamente. Esto nos permite saber que el material se mantuvo estable en el rango de temperatura utilizado y que la posible pérdida tenga que ver con algún otro compuesto orgánico residual que fue degradado a lo largo del proceso. Como podemos observar en la gráfica de la derivada del peso con respecto a la temperatura el pico máximo de esta se encuentra a 0.3509%/°C a una temperatura de 62.55°C





**Figura 6.** Análisis por TGA para la SBA-16 a la temperatura de madurado de 100°C.

Podemos observar que en el caso de la SBA-16 madurada a 120°C, la pérdida de peso es de alrededor del 11.5% en los primeros 99.58°C, mientras que en el rango de temperatura que va de los 99.58°C a los 600°C, solo se presenta una pérdida de peso alrededor del 2.02%. En la gráfica de la derivada de la pérdida de peso que nos muestra la velocidad en la que esto transcurre, encontramos que el pico máximo es de 0.2417 %/°C a una temperatura de 49.31 °C.

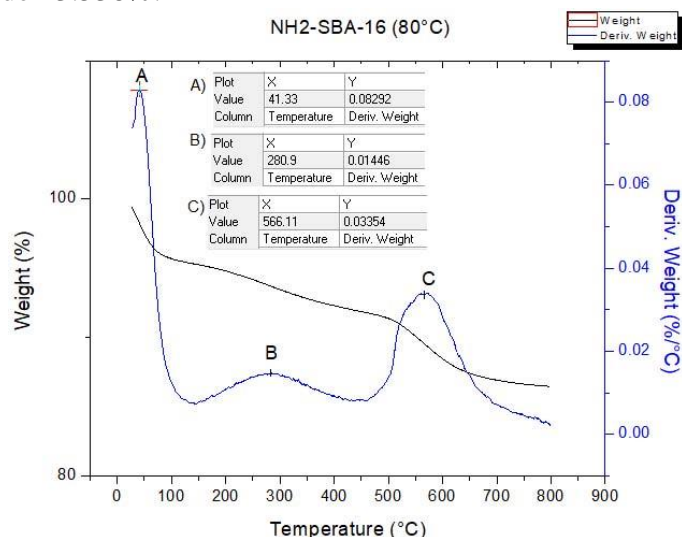


**Figura 7.** Análisis por TGA para la SBA-16 a la temperatura de madurado de 120°C.

Posteriormente se procedió al análisis de las sílices mesoporosas SBA-16 funcionalizadas con los grupos amino (-NH<sub>2</sub>). Estas muestras fueron de igual manera maduradas a 80°C, 100°C y 120°C, respectivamente.

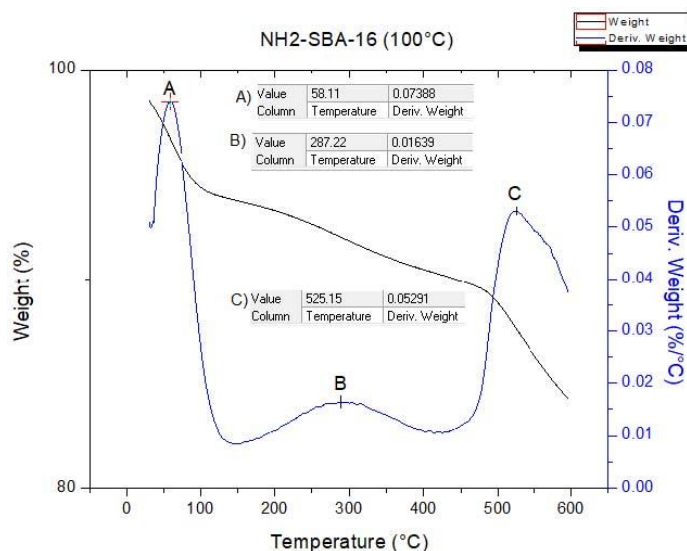
Para proceder con el análisis se empleó una atmosfera de nitrógeno y esta vez el análisis se llevó a cabo hasta los 800°C. En todos los casos observamos que el primer pico corresponde a la desaparición de humedad como en los casos donde la NH<sub>2</sub>-SBA-16 no estaba funcionalizada, mientras que los otros dos picos corresponden de esta forma a la degradación de los grupos amino.

En el caso de la SBA-16 que tuvo una temperatura de madurado de 80°C, notamos la primera degradación de los grupos funcionales sucedió a los 280.9°C mientras que la segunda fue más rápida y sucedió a los 566.11°C. En esta gráfica la pérdida de peso total fue de 13.538%.



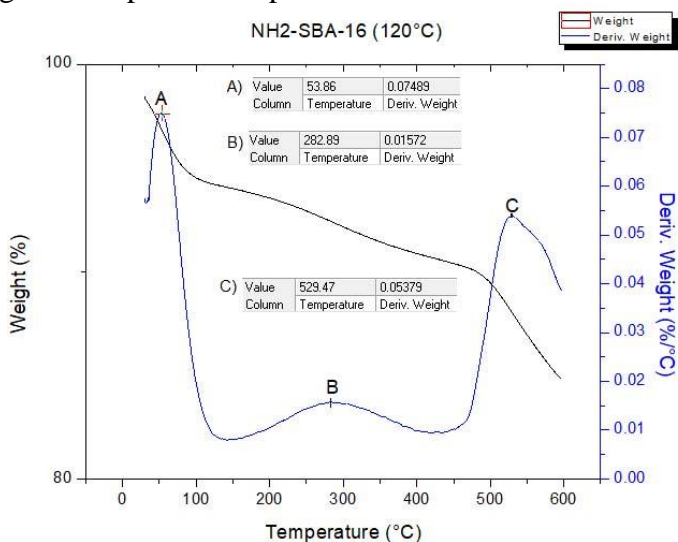
**Figura 8.** Análisis por TGA para la SBA-16 funcionalizada con (-NH<sub>2</sub>) a un tiempo de madurado de 80°C.

Para la NH<sub>2</sub>-SBA-16 madurada a 100°C, se obtuvo la primera degradación de los grupos funcionales a 287.22°C. El pico para esta degradación muy pequeño en comparación la segunda que observamos a los 525.15°C. En esta gráfica la pérdida de peso total fue de 15.72%.



**Figura 9.** Análisis por TGA para la SBA-16 funcionalizada con (-NH<sub>2</sub>) a la temperatura de madurado de 100°C.

En el gráfico correspondiente a la NH<sub>2</sub>-SBA-16 que tuvo un madurado a 120°C, la primera degradación de los grupos amino fue a 282.89°C. El pico para esta degradación es muy similar en comparación con el observado para en la Figura 9, sin embargo, es ligeramente menor. La segunda degradación que observamos en el pico C se dio a 529.47°C. En esta gráfica la pérdida de peso total fue del 15.13%.



**Figura 10.** Análisis por TGA para la SBA-16 funcionalizada con (-NH<sub>2</sub>) a la temperatura de madurado de 120°C.

## Discusión y conclusiones

Como podemos ver en los tres perfiles térmicos en las Figuras 5 y 6 hay una relación proporcional entre el aumento de temperatura de madurado y la cantidad de

humedad perdida, lo cual podemos relacionar con el tamaño del poro; considerando que este sea mayor, retiene una mayor cantidad de humedad y por la tanto la pérdida de peso al evaporarse dicha humedad podría ser mayor. En el caso del perfil térmico en la Figura 7 también se observa que hay un aumento de pérdida de peso con relación al perfil térmico en la Figura 5, sin embargo, la pérdida es menor comparándola con la 6. A partir de esta información se concluye que, si hay una relación entre la temperatura de madurado y el tamaño de poro (por la retención de humedad), sin embargo, puede que a un madurado de 120°C se haya visto afectada la estructura de los poros y está por lo tanto no presenta una proporción directa con las anteriores.

Otra cosa que podemos concluir es que en efecto observamos un material cerámico mesoporoso dado a que después del pico máximo que representa la velocidad a la que se perdió la mayor cantidad del peso se mantiene un comportamiento constante, lo que nos demuestra su amplia estabilidad térmica.

En los casos de las SBA-16 funcionalizadas podemos concluir que la pérdida de peso más significativa con respecto a las SBA-16 sin funcionalizar, se relaciona directamente con la degradación de los grupos amino.

Observamos que en todos los casos estos presentan estabilidad térmica hasta los 280°C aproximadamente, lo cual nos permite saber que dentro del rango de temperatura de 25°C a 280°C estos presentarán estabilidad química en futuras aplicaciones. Esto se relaciona directamente con el tamaño del poro y con la internalización de los grupos amino en la estructura, siendo que, en el caso de haber una mayor internalización en los poros, estos serán más estables por la protección que les brindará la SBA-16. De igual forma se observa un comportamiento proporcional entre las gráficas 8 y 9, mientras que la 10 se encuentra en un rango entre estas dos.

## Agradecimientos

Quiero ofrecer un profundo y afectuoso agradecimiento al Dr. Rufino Nava Mendoza por todo el apoyo, la motivación y paciencia que me otorgó a lo largo de mi estancia en el Verano de la Ciencia 2019 y por la oportunidad que me dio para llevar a cabo este

proyecto. Agradezco infinitamente su apoyo técnico en todo momento, así como la enseñanza que me transmitió a cada paso que llevamos a cabo en la realización de las actividades propuestas y su gran calidad como persona que nos motiva a ser mejores, entusiastas en el campo de la ciencia y a buscar crear un mundo mejor.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a la Ing. Ileri Graciela Segura Gutiérrez, por siempre ofrecerme su apoyo técnico en el laboratorio, compartirme su experiencia y conocimiento y por otorgarme su guía, la cual fue una pieza clave en la realización de este proyecto. Le agradezco profundamente el tiempo que dedicó a ayudarme, todas sus atenciones, consejos y su enorme amabilidad en todo momento.

También quiero agradecer la Universidad Autónoma de Querétaro por la oportunidad brindada de poder participar en este Verano de la Ciencia 2019 y por ofrecerme la experiencia para ampliar mis conocimientos y habilidades, así como también a los encargados del Laboratorio de Investigación de Nanotecnología por permitirme desarrollar mis actividades en las instalaciones del mismo.

## Referencias Bibliográficas

Depagne, C., Roux, C. y Coradin, T. (2011). How to design cell-based biosensors using the sol-gel process. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 400, 965-976.

Feliczak-Guzik, A., Jadach, B., Piotrowska, H., Murias, M., Lulek, J., Nowak, I. (2015). Synthesis and characterization of SBA-16 type mesoporous materials containing amine groups. *Microporous and Mesoporous Materials* 220 (2016) 231-238.

Flodström, K. y Alfredsson, V. (2003). Influence of the block length of triblock copolymers on the formation of mesoporous silica. *Microporous and Mesoporous Materials*, 59, 167-176.

Guzmán, O. G. y Giles, J. A. T. (2012). *Proceso Sol-Gel. Crónica Naranja*, 27.

Huo, Q., Margolese, D. I., Feng, P., Gier, T. E. y Sieger, P. (1994). Generalized syntheses of periodic surfactant/inorganic composite materials. *Nature*.

Kato, M., Sakai-Kato, K. y Toyo'oka, T. (2005). Silica sol-gel monolithic materials and their use in a variety of applications. *Journal of Separation Science*, 28, 1893-1908.

Kim, T., Ryoo, R., Kruk, M., Gierszal, K., Jaroniec, M., Kamiya, S., Terasaki, O., (2004). Tailoring the pore structure of SBA-16 silica molecular sieve through the use of copolymer blends and control of synthesis temperature and time. *J. Phys. Chem. B*, 108 (31), 11480-11489

Misra, A., Florence, K., Lalan, M. y Shah, T. (2010). Surfactants and block copolymers in drug delivery. *Colloids in Drug Delivery*. Chemical Rubber Company Press.

Ojeda-López, R., Pérez-Hermosillo, I. J., Esparza-Schulz, J. M. y Domínguez-Ortiz, A. 2014. Efecto de la temperatura de calcinación sobre la concentración de grupos silanoles en superficies de SiO<sub>2</sub> (SBA-15). *Avances en Química*, 9, 21-28.

Palma, M. T. R., Acuña, R. H., Acosta, G. E. y Padrón, G. H. (2010). Estado del arte del proceso sol-gel en México. *Ciencia Ergo Sum*, 17, 183-188.

Peña, J. D., Cardona, E. M., Marín, J. M. y Rios, L. A. (2009). Producción de Sílice Mesoporosa Empleando Monoestearato de Glicerol como Porógeno Oleoquímico. *Información Tecnológica*, 20, 67-74.

Polarz, S., Landsmann, S. y Klaiber, A. (2014). Hybrid surfactant systems with inorganic constituents. *Angewandte Chemie International Edition*, 53, 946-954.

Posada, J. A., Giraldo, O. H. y Cardon, C. A. (2011). Síntesis y caracterización de sílicas mesoestructuradas funcionalizadas con grupos acidosulfónicos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 63-73.

Šteflová, J., Štefl, M., Walz, S., Knop, M. y Trapp, O. (2016). Comprehensive study on critical micellar concentrations of SDS in acetonitrile-water solvents. *Electrophoresis*.

Stevens, W., Lebeau, K., Mertens, M., Van Tendeloo, G., Cool, P., Vansant, E., (2006). Investigation of the morphology of the mesoporous SBA-16 and SBA-15 materials. *J. Phys. Chem. B*, 110 (18), 9183-9187.

Stucky, G.D., Monnier, A., Schueth, F., Huo, Q., Margolese, D.I., Kumar, D., Krishnamurty, M., Petroff, P., Firouzi, A., Janicke, M., Chmelka B.F. (1994). Molecular and Atomic Arrays in Nano- and Mesoporous Materials *Synthesis Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 240-187.

Van der Voort, P., M. Benjelloun., and E.F. Vansant. (2002), Rationalization of the Synthesis of SBA-16: Controlling the Micro- and Mesoporosity. *J. Phys. Chem. B.* 10:9027-9032.

Wan, Y. y Zhao, D. (2007). On the controllable soft-templating approach to mesoporous silicates. *Chemical Reviews*, 107, 2821-2860.

Yildirim, A., Turkaydin, M., Garipcan, B. y Bayindir, M. (2016). Cytotoxicity of multifunctional surfactant containing capped mesoporous silica nanoparticles. *Royal Society of Chemistry Advances*, 6, 32060-32069.

Zhao, D., Huo, Q., Feng, J., Chmelka, B. F. y Stucky, G. D. (1998). Nonionic triblock and star diblock copolymer and oligomeric surfactant syntheses of highly ordered, hydrothermally stable, mesoporous silica structures. *Journal of the American Chemical Society*, 120, 6024-6036.

Zhang, P., Wu, Z., Xiao, N., Ren, L., Meng, X., Wang, C., Li, F., Li, Z., Xiao, F., (2009). Ordered cubic mesoporous silicas with large pore sizes synthesized via high-temperature route. *Langmuir*, 25 (22), 5358-5364

---

# Síntesis y caracterización de SBA-15 para la adsorción de arsénico

Ana Isabel Hernández Galván<sup>6</sup>, Rufino Nava Mendoza<sup>7</sup>.

Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. Querétaro, México.

## Resumen

El presente trabajo describe la síntesis del material mesoporoso SBA-15 por el método sol-gel funcionalizado con óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a diferentes concentraciones. Con el propósito de determinar su capacidad de adsorción de arsénico. La matriz mesoporosa de SBA-15 y la incorporación de nanopartículas de óxido férrico en el interior de los poros de la SBA-15, se sintetizaron exitosamente. Encontrando que los materiales de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /SBA-15 son absorbentes para la eliminación de iones de As en soluciones acuosas. Por cuestiones de tiempo no se pudieron realizar técnicas del material.

**Palabras Clave:** sílice mesoporosa, SBA-15, adsorción, metales pesados.

## Abstract

The present work describes the synthesis of the SBA-15 mesoporous material by the sol-gel method functionalized with ferric oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) at different concentrations. In order to determine its arsenic adsorption capacity. The mesoporous matrix of SBA-15 and the incorporation of ferric oxide nanoparticles inside the pores of the SBA-15 were successfully synthesized. Finding that  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  / SBA-15 materials

are absorbent for the removal of As ions in aqueous solutions. Due to time issues, characterization techniques could not be performed.

**Key words:** mesoporous silica, SBA-15, adsorption, heavy metals.

## Introducción

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre en concentraciones traza asociados a otros minerales o como depósitos. Su difusión en toda la tierra y mantos acuíferos se debe a fenómenos naturales como alteraciones y erosión de rocas volcánicas y sedimentarias, etcétera.

Diversas industrias desechan aguas contaminadas en metales pesados como la industria de la fotografía, extracción de metales de las minas, los tiraderos de basura.

La presencia de metales pesados en el agua y suelos en altas concentraciones ocasiona graves problemas de contaminación. La toxicidad de los metales pesados se debe a que se acumulan en los organismos hasta llegar a niveles que causan trastornos fisiológicos y metabólicos. Por ejemplo el cadmio, el cobalto, el cromo, el mercurio y el plomo entre otros son mutagénicos ya que se fijan en el ADN. El cadmio produce anomalías óseas en el sistema renal.

Los métodos tales como la precipitación química, intercambio iónico, filtración por membranas y el tratamiento electroquímico son métodos que se están utilizando actualmente para remover o recuperar elevadas concentraciones de metales efluentes y en general son procesos muy costosos. La remediación de iones de metales pesados en aguas residuales. La aplicación de los métodos antes mencionados no son viables económicamente para la eliminación de estos metales.

Un método sencillo y económico para la remoción de metales pesados es la adsorción. En la adsorción los átomos superficiales atraen las moléculas en la

<sup>6</sup> E-mail: anahi.h.g97@gmail.com

<sup>7</sup> Profesor, Dirección de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. E-mail: rufino@uaq.mx

superficie a través de una adsorción química o quimisorción. Este tipo de adsorción tiene la misma característica de una reacción química ya que las moléculas adsorbidas se retienen en la superficie por medio de las fuerzas de valencia del mismo tipo que tiene lugar entre átomos y moléculas. Como consecuencia de la reacción química superficial (rompimiento y formación de enlace) se desprende una cantidad elevada de calor. La selectividad de adsorción está basada en la interacción electrostática entre los iones del metal y el adsorbente.

La adsorción es de uso común para limpiar fluidos, eliminando componentes de los mismos o para la recuperación de los componentes. Materiales de sílice mesoporosos como la SBA-15 representa una buena opción para la remediación de aguas residuales debido a las propiedades físicas, por ejemplo: son extremadamente porosos con altas áreas superficiales específicas, baja densidad, estos materiales exhiben una alta capacidad de adsorción para la eliminación de metales pesados en aguas residuales, la cual es comparable o incluso superior a la de los adsorbentes usados comúnmente.

El arsénico se encuentra en muchas formas alotrópicas y tiene propiedades a la vez metálicas y no metálicas. Fue descubierto en el siglo XIII por Alberto Magno (aunque se cree que se empleó mucho antes como adición al bronce para dar un acabado lustroso). Paracelso (1493-1541) lo introdujo en la ciencia médica. Schroeder en 1649 publicó dos métodos de preparación del elemento. El arsénico se presenta en forma natural en rocas sedimentarias y rocas volcánicas (forma el 0,00005% de la corteza terrestre) y también en aguas geotermales. En la naturaleza se presenta con mayor frecuencia en forma de sulfuro de arsénico (oropimente,  $\text{As}_2\text{S}_3$ ) y arsenopirita ( $\text{FeAsS}$ ), encontrándose éstos, generalmente, como impurezas en depósitos mineros. Las principales rutas de exposición de las personas al arsénico son la ingesta e inhalación. El arsénico es acumulable en el organismo por exposición crónica y superada ciertos niveles de concentración. Puede ocasionar afecciones como alteraciones de la piel (relajamiento de los capilares cutáneos y la dilatación de los mismos), lesiones dérmicas (neoplasias de piel), vasculopatías periféricas

("enfermedad del pie negro"), además de enfermedades respiratorias; neurológicas (neuropatías periféricas), cardiovasculares y diversos tipos de cáncer (pulmón, hígado, vejiga y de piel). Además, personas que ingieren de forma prolongada arsénico inorgánico, vía agua de bebida, pueden presentar hiperqueratosis palmo-plantar cuya manifestación principal es la pigmentación de la piel y callosidades localizadas en las palmas de las manos y pies.

## Objetivos

### Objetivo general:

Desarrollar una sílice mesoporosa funcionalizada con óxido férrico para el incremento de la adsorción de arsénico en soluciones acuosas.

### Objetivos particulares:

1. Desarrollar la metodología experimental para la síntesis de sílice mesoporosa SBA-15 para la funcionalización con óxido de hierro en la superficie interna de sus poros.
2. Determinar las propiedades texturales y estructurales de la sílice mesoporosa SBA-15 pura y funcionalizada con óxido de hierro
3. Evaluar la capacidad de adsorción de los materiales mesoporosos funcionalizados en la adsorción de iones de arsénico en soluciones acuosas.
4. Establecer una relación funcional entre las propiedades fisicoquímicas de los materiales mesoporosos funcionalizados y su capacidad de adsorción.

## Metodología

La SBA-15 se preparó por el método sol-gel, utilizando tetraetilortosilicato (TEOS) como fuente de sílice y surfactantes neutros Pluronic P123 como agentes directores de las mesoestructuras. Se empleó ácido clorhídrico 4M y agua desionizada.

Se realizó la síntesis por el método de sol-gel modificado y la estructura SBA-15 se modificó mediante la impregnación por llenado de poro.

### Síntesis de SBA-15:

Se pesó 4.8 g de Pluronic P123 en un vaso de precipitado, se agregó 113 mL de agua desionizada y 75 mL de una solución 4M de ácido clorhídrico, manteniendo una temperatura de 35 °C y en agitación constante hasta la disolución del polímero. Después, se añadió gota a gota 8 mL de TEOS y se mantuvo en agitación por 24 horas. Luego se realizó el madurado a 80 °C durante 24 horas. Después se separó el sólido formado por filtración, seguida de lavados con agua desionizada. El sólido fue secado a temperatura ambiente y finalmente calcinado a una velocidad de 1 °C/min hasta 550 °C, que se mantuvo por 6 h.

### Incorporación del óxido férrico

Se pesan 2 g de la sílice mesoporosa SBA-15. Por otra parte se prepara una solución de óxido férrico con las concentraciones correspondientes.

Posteriormente se coloca la SBA-15 en una capsula de porcelana y se adiciona 2.5 mL de óxido férrico gota a gota con una jeringa. Finalmente se mezcla hasta que quede homogéneo.

### Adsorción de Arsénico:

Se llevó a cabo una serie de muestreos y mediciones de las variables de estado: temperatura, pH, tiempo de contacto en la adsorción, concentración de la solución inicial en ppm del ion metálico As.

Para realizar las adsorciones primero se prepararon las soluciones de As. Se partió de una solución de 1000 ppm. Se realizaron los cálculos correspondientes para preparar una solución de 50 ppm y 5 ppm con un volumen de 1 L. En un vaso de precipitado se colocó 55 mL de la solución de arsénico, posteriormente se agregó 0.275 g de la sílice mesoporosa funcionalizada y se mantuvo en agitación constante. Después del

tiempo de contacto correspondiente se filtró la solución. La suspensión se colocó en un frasco para caracterizaciones posteriores y la torta se dejó secar y se colocó en un tubo eppendorf.

### Resultados

Se sintetizó la sílice mesoporosa, posteriormente se funcionalizó con 2.5 mililitros utilizando una jeringa para insulina como se muestra en la Fig. 1, esto se debe a que las gotas son más pequeñas y es más fácil que la mezcla quede homogénea. Se observó que la funcionalización de 2%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tiene un color amarillo claro y el color de la sílice mesoporosa se intensifica cuando la concentración del óxido férrico aumenta.



Figura 10. Impregnación por llenado de poro

Posteriormente se realizó la adsorción de arsénico a temperatura ambiente y se realizaron diversas pruebas con un pH de 2 y 4. Para ajustar el valor de pH se preparó una solución de 0.1 M de hidróxido de sodio (NaOH) con el objetivo de tener la solución básica.

Cálculo para la realización de la solución 0.1 M de hidróxido de sodio con un volumen de 50 mL:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$$

$$m = CMV = \left(0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \left(40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) (0.05\text{L})$$

$$m = 0.2\text{g NaOH}$$

Al mezclar la solución de arsénico con la SBA-15 funcionalizada se obtuvo una solución de color naranja, posteriormente cuando se realizó el filtrado (Figura 2), la suspensión tenía un color transparente y la torta era de color naranja.

Cálculo para la realización de la solución 50 ppm de arsénico con un volumen de 1 L:

$$c_1v_1 = c_2v_2$$

$$v_1 = \frac{c_2v_2}{c_1} = \frac{(50 \text{ ppm})(1000 \text{ mL})}{1000 \text{ ppm}}$$

$$v_1 = 50 \text{ mL}$$

Cálculo para la realización de la solución 5 ppm de arsénico con un volumen de 1 L:

$$c_1v_1 = c_2v_2$$

$$v_1 = \frac{c_2v_2}{c_1} = \frac{(5 \text{ ppm})(1000 \text{ mL})}{1000 \text{ ppm}}$$

$$v_1 = 5 \text{ mL}$$



Figura 11. Filtración de adsorción

## Discusión y conclusiones

En este estudio, se investigó las capacidades de la sílice mesoporosa de SBA-15 funcionalizada con óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) para la adsorción de iones de As en soluciones acuosas, mediante la técnica por lotes.

La matriz mesoporosa de SBA-15 y la incorporación de nanopartículas de óxido férrico en el interior de los poros de la SBA-15, se sintetizaron exitosamente. Se encontró que los materiales de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  /SBA-15 son absorbentes para la eliminación de iones de As en soluciones acuosas.

Lamentablemente por cuestiones de tiempo no se pudieron realizar técnicas de caracterización para la identificación de especies presentes en el soporte puro e impregnado y la determinación del porcentaje de plomo absorbido.

## Agradecimientos

Agradezco al Dr. Rufino Nava Mendoza por haberme ayudado en todo momento con los reactivos y síntesis



de los materiales, así como haber compartido grandes conocimientos que me fueron de gran ayuda para poder realizar el proyecto y conocer un poco más de éste. A la Universidad Autónoma de Querétaro por haberme aceptado dentro del Verano de la Ciencia. A CONCYTEQ por el apoyo brindado.

## Referencias

A. Tomasini-Campocoso, S. Escarcega-Cruz, E. Gozalez-Iribarren y M. Meraz-Rodriguez. (1998). Biosorción de metales pesados. *Información Tecnológica*, 9, 73-77. [Consultado en 2019].

Fellenz, N. (2014). Aspectos estructurales de una sílice mesoporosa amino-funcionalizada y parámetros relacionados a su eficiencia en la adsorción de Cr (VI) acuoso. 10.13140/2.1.1170.2727.

Palos-Barba, Viviana & Nava-Mendoza, Rufino. (2013). *Materiales Nanoporosos Para La Adsorción De Iones De Metales Pesados*.

V. Hernández, Mallas moleculares mesoporosas de SBA-15 y SBA-16 funcionalizadas con grupos  $-NH_2$  para la adsorción de iones de plomo (II). [Ing.D]. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México, 2013.

---

# Síntesis de sílice mesoporosa SBA-15 funcionalizada, aplicable para la adsorción de arsénico

Silvia Lizbeth Pérez García<sup>1</sup>, Rufino Nava Mendoza<sup>2</sup>

Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. Querétaro, México.

## Resumen

Según la OMS:

- El arsénico está presente de forma natural en niveles altos en las aguas subterráneas de varios países.
- El arsénico es muy tóxico en su forma inorgánica.
- Su mayor amenaza para la salud pública reside en la utilización de agua contaminada para beber, preparar alimentos y regar cultivos alimentarios.
- La exposición prolongada al arsénico a través del consumo de agua y alimentos contaminados puede causar cáncer y lesiones cutáneas. También se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.
- La intervención más importante en las comunidades afectadas consiste en prevenir

<sup>1</sup> E-mail: perezgarcializbeth@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesor, Dirección de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro. E-mail: rufino@uaq.mx

que se prolongue la exposición al arsénico implantando un sistema seguro de abastecimiento de agua potable.

Por los puntos mencionados anteriormente, se muestra necesaria la remoción de este elemento, presente en el agua. De entre varios métodos utilizados para el tratamiento de arsénico, se elige la adsorción como técnica para la remoción, esto se debe a la facilidad de operación y bajo costo, utilizando sílice mesoporosa SBA-15 (Santa Barbara Amorphous-15, por sus siglas en inglés) sintetizada por el método sol-gel funcionalizada con óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Para este fin, se analizó la interacción de las variables que influyen en la adsorción del arsénico, tales como el pH y la concentración del metal.

Al presentar una alta superficie de sitios activos, la remoción se llevó a cabo de manera exitosa.

**Palabras Clave:** SBA-15, adsorción, arsénico.

## Summary

According to WHO:

- Arsenic is naturally present at high levels in the groundwater of a number of countries.
- Arsenic is highly toxic in its inorganic form.
- Contaminated water used for drinking, food preparation and irrigation of food crops poses the greatest threat to public health from arsenic.
- Long-term exposure to arsenic from drinking-water and food can cause cancer and skin lesions. It has also been associated with cardiovascular disease and diabetes. In utero and early childhood exposure has been linked to negative impacts on cognitive development and increased deaths in young adults.

- The most important action in affected communities is the prevention of further exposure to arsenic by provision of a safe water supply.

For the points mentioned above, it is necessary to remove this element, present in the water. Among several methods used for arsenic treatment, adsorption is chosen as a technique for removal, this is due to the ease of operation and low cost, using SBA-15 mesoporous silica (Santa Barbara Amorphous-15) synthesized by the method sol-gel functionalized with ferric oxide (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). For this purpose, the interaction of the variables that influence the adsorption of arsenic, such as pH and metal concentration, was analyzed.

By presenting a high area of active sites, the removal was carried out successfully.

**Key words:** SBA-15, adsorption, arsenic.

## Introducción

El arsénico es un elemento natural de la corteza terrestre; ampliamente distribuido en todo el medio ambiente, ya que puede ingresar de manera natural a través del agua subterránea, minerales y procesos geotérmicos. Sin embargo mucha de su dispersión en el ambiente es debida a la industria, ya que resulta ser un subproducto de ella. Históricamente en el siglo XIX, se usaba mucho el arsénico en pinturas y colorantes para ropa, papel y papel tapiz (Meharg 2003). Otros usos incluyen: control de plagas, tratamiento antimicrobiano animal, conservación de la madera, refinación de petróleo, y las industrias de minería y fundición.

El arsénico puede afectar todos los órganos. Particularmente al arsénico inorgánico, se le ha asociado con efectos de salud graves, incluyendo cáncer de vejiga, pulmón y piel (American Academy of Pediatrics 2012).

Se ha encontrado arsénico inorgánico en algunas especies de algas. Por ejemplo, existen referencias recientes sobre la presencia de muy altos niveles de arsénico inorgánico (MMA) en las algas hijiki (Rose et al.2007).

Actualmente existen diversas técnicas de remediación de metales pesados, entre ellas, la adsorción ha sido ampliamente usada para la remoción de bajas concentraciones de estas especies (Hakami et al., 2012).

Entre los procesos aplicados al tratamiento del agua están: precipitación, ósmosis reversa, reacciones de oxidación avanzada, intercambio iónico, adsorción, entre otros. Siendo el proceso de adsorción el más recomendado por su versatilidad y bajo costo.

Comúnmente se utiliza la adsorción para tratar fluidos, en especial agua (ya sea para consumo o riego), capturando con mayor importancia metales pesados. Los materiales mesoporosos de sílice son una excelente opción para ser utilizados como soporte (ya que se tienen que funcionalizar para una mayor adsorción) como la SBA-15 por las cualidades que posee: alta área superficial, baja densidad y estabilidad.

## Objetivos

### Objetivo general:

Realizar la síntesis de la sílice mesoporosa SBA-15 funcionalizada con óxido férrico, para la adsorción de arsénico en soluciones acuosas.

### Objetivos particulares:

1. Se sintetizó la estructura mesoporosa tipo SBA-15, empleando el copolímero en bloque pluronic P123 como agente director de

estructura y el tetraetoxisilano (TEOS) como fuente de silicio.

2. Para funcionalizar la sílice mesoporosa con óxido de hierro, se hizo una impregnación por llenado de poro con cloruro férrico
3. Para asegurar la mejor adsorción se realizaron impregnaciones con diferentes concentraciones de cloruro férrico.
4. Las distintas muestras fueron sometidas a soluciones con diferentes concentraciones de arsénico y distintos pH

## Metodología

### Síntesis de SBA-15

En una síntesis habitual, se disuelven 4.8 g del copolímero de bloque Pluronic® P123, que actúa como agente director de estructura, en 113 mL de agua desionizada y 75 ml de ácido clorhídrico (HCl 4M). Se mantiene la disolución en agitación a 35°C hasta que el surfactante se ha disuelto completamente.

A continuación se adicionaron 8 ml de tetraetilortosilicato (Aldrich), que actúa como fuente de silicio, se mantiene a 35 °C durante 24 horas en agitación.

El gel obtenido se colocó en recipientes de Teflón® herméticamente cerrados y a continuación se introdujo en la autoclave para su envejecimiento a 100 °C durante 24 horas.



Figura 1. Gel obtenido

Transcurrido este tiempo, se separa el producto sólido por filtración, se lava con agua desionizada y se seca al aire a temperatura ambiente obteniendo un sólido blanco.



Figura 1. Sólido obtenido

La eliminación del surfactante se realiza por calcinación a 550 °C durante 6 hrs con una rampa de calentamiento de 1°C/min, seguida de tratamiento durante 3 h en atmósfera de aire a la misma temperatura.

### Incorporación del óxido férrico

Se pesaron 2 g de la sílice mesoporosa SBA-15 para cada concentración de una solución de cloruro férrico de la cual se tomaron 2.5 mL.

Se colocó la SBA-15 en una cápsula de porcelana, después con la ayuda de una jeringa se tomaron los 2.5 mL de cloruro férrico, el cual se añadió gota a gota sobre el material mesoporoso. este se mezcló hasta que se obtuvo homogeneidad. A este método se le conoce por impregnación por llenado de poro.



Figura 3. Impregnación por llenado de poro

### Adsorción de Arsénico:

Las distintas muestras generadas por impregnación de poro (cada una con distinta concentración de óxido férrico) fueron sometidas a diversas soluciones que variaron sus concentraciones de arsénico [(1000, 50 y 5)ppm] también a distintos pH (2 y 4).

Con las soluciones de arsénico preparadas, se colocaron 55 mL y 0.275 g de material funcionalizado para una muestra, esta se mantuvo en agitación constante, obteniendo una mezcla no homogénea, que se filtra y almacena (tanto la solución como el material, para su respectivo análisis).

### Resultados

Durante la síntesis de la sílice mesoporosa, es importante mantener la temperatura ya que un cambio en ella, podría alterar su estructura.

Al funcionalizar la sílice cualitativamente fue notorio su cambio de color al variar la concentración de cloruro férrico (de un blanco amarillento a un amarillo-naranja).

Para obtener el pH deseado en la combinación (SBA-15 funcionalizada con solución de arsénico) se agregó con una pipeta gota a gota una solución de hidróxido de sodio al 0.1M, monitoreando con tiras reactivas de pH.

El cálculo para la obtención de la solución 0.1 M de hidróxido de sodio en un volumen de 50 mL fue el siguiente:

$$C = \frac{m}{MV}$$

$$m = CMV$$

$$m = \left(0.1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \left(40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) (0.05\text{L})$$

$$m = 0.2\text{g}$$

Dónde:

$$C = \text{concentración}$$

$$m = \text{masa}$$

$V = \text{volumen}$

$M = \text{molaridad}$

En este caso fueron necesarios 2 gramos de hidróxido de sodio.

## Discusión y conclusiones

Utilizar materiales mesoporosos como soporte para materiales funcionalizados da grandes beneficios, por el bajo peso debido a su porosidad y la baja energía que se necesita para su síntesis, se ha vuelto un material indispensable en cuanto a catálisis heterogénea se refiere. en este caso fue base para la adsorción de un metal pesado, el arsénico.

Tener en cuenta como los desechos industriales degeneran el medio ambiente y aprender a generar un nanomaterial para la remediación de esta problemática, fue algo aprendido durante este verano de la ciencia.

## Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro y a CONCYTEQ por darme la oportunidad de participar en este proyecto, al trabajar con un gran investigador como lo es el Dr. Rufino Nava Mendoza que me apoyo durante este verano brindando siempre un trato cordial.

## Referencias

D.Y. Zhao, J.L. Feng, Q.S. Huo, N. Melosh, G.H. Fredrickson, B.F. Chmelka, G.D. Stucky. Triblock copolymer syntheses of mesoporous silica with periodic 50 to 300 angstrom pores. *Science* 1998, 279, 548-552.A.

Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infant mortality: a systematic review and meta-analysis.

Quansah R, Armah FA, Essumang DK, Luginaah I, Clarke E, Marfoh K, et al. *Environ Health Perspect.* 2015;123(5):412-21.

Agency for toxic substances and disease registry, ATSDR. Resúmenes de Salud Pública - Arsénico (Arsenic) Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs2.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html) Acceso: 1 Agosto 2019.

Cullen W.R. y Reimer K.J. (1989). Arsenic speciation in the environment. *Chem. Rev.* 89, 713-764.

Aryal, M., Ziajova, M., Liakopoulou-Kyriakides, M. 2010. Study on arsenic biosorption using Fe(III)-treated biomass of *Staphylococcus xylosus*. *Chemical Engineering Journal*, 162(1), 178-185.

Palos-Barba, Viviana & Nava-Mendoza, Rufino. (2013). *Materiales Nanoporosos Para La Adsorción De Iones De Metales Pesados*.

Flores, H. H., Pariona, N., Herrera Trejo, M., Hernández García, H., Martínez Enriquez, A. (2018). Concrete/maghemite nanocomposites as novel adsorbents for arsenic removal. *Journal of Molecular Structure*, 1171: 9-16.

Burton, E.D., Bush, R.T., Johnston, S.G., Watling, K.M., Hocking, R.K., Sullivan, L.A., Parker, G.K. 2009. Sorption of Arsenic(V) and Arsenic(III) to Schwertmannite. *Environmental Science & Technology*, 43(24), 9202-9207.

# Evaluación de nanopartículas Cu-TiO<sub>2</sub> mediante la técnica de Langendorff

Rivera García de la Cadena, A.1; González, C.2; Esquivel Escalante, K. 1

1Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, MÉXICO; [auraa.rivera@gmail.com](mailto:auraa.rivera@gmail.com); [karen\\_esq\\_2001@yahoo.com](mailto:karen_esq_2001@yahoo.com); 2Facultad de Ciencias Químicas, Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO; [cgonzalez.uaslp@gmail.com](mailto:cgonzalez.uaslp@gmail.com)

## Resumen

El auge de la nanotecnología y su creciente presencia en nuestra vida cotidiana ha creado la necesidad de evaluar los riesgos y efectos que se tienen tras su exposición. En este estudio se administraron dosis crecientes de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> y Cu-TiO<sub>2</sub> a corazones aislados (1, 10, 100 y 1000 µg en la preparación de Langendorff) y anillos de aorta de rata aislados con y sin endotelio (1, 10, 50, 100 y 1000 µg en fisiógrafo). Se encontró que las NPs dopadas presentaban un efecto dual, comenzando con una ligera relajación a dosis bajas y posterior aumento de la presión de perfusión (contracción) de una manera dependiente de las dosis (10-1000 µg) en los corazones aislados, mientras que las NPs de TiO<sub>2</sub> provocaban una relajación a dosis bajas (1 µg) y posteriormente no se observó un cambio importante en la presión de perfusión al aumentar las dosis. En los anillos de aorta aislados se observó que las NPs de TiO<sub>2</sub> una contracción transitoria a dosis bajas (1 µg) y una posterior relajación dependiente de la dosis en presencia de endotelio. La exposición de NPs de Cu-TiO<sub>2</sub> en los anillos aislados relajó los vasos ligeramente en presencia de endotelio (1-1000 µg), mientras que en los anillos sin endotelio se observó una ligera contracción a dosis bajas (1 µg), una fuerte relajación tras la dosis de 10 µg y posteriores efectos relajantes a dosis más altas.

**Palabras clave:** nanopartículas, dióxido de titanio, Langendorff

## Abstract

The rise of nanotechnology and its growing presence in our daily lives has created the need to assess the risks and effects that are present after its exposure. In this study, increasing doses of TiO<sub>2</sub> and Cu-TiO<sub>2</sub> nanoparticles were administered to isolated hearts (1, 10, 100 and 1000 µg in the preparation of Langendorff) and isolated rat aorta rings with and without endothelium (1, 10, 50, 100 and 1000 µg in physiograph). Doped NPs were found to have a dual effect, beginning with a slight relaxation at low doses and subsequent increase in perfusion pressure (contraction) in a dose-dependent manner (10-1000 µg) in isolated rat hearts, while TiO<sub>2</sub> NPs caused a relaxation at low doses (1 µg) and subsequently no significant change on perfusion pressure was observed as doses increased. In the isolated aortic rings it was observed that the TiO<sub>2</sub> NPs a transient contraction at low doses (1 µg) and a subsequent dose-dependent relaxation in the presence of endothelium. The exposure of Cu-TiO<sub>2</sub> NPs in the isolated rings relaxed the vessels slightly in the presence of endothelium (1-1000 µg), while in the rings without endothelium a slight contraction was observed at low doses (1 µg), a strong relaxation after the 10 µg dose and subsequent relaxing effects at higher doses.

Key words: nanoparticles, titanium dioxide, Langedorff

## Introducción

La creciente demanda de productos y materiales nanoestructurados, así como su uso en industrias ha forzado el desarrollo de nuevas técnicas para evaluar su seguridad y toxicidad. En años recientes, las nanopartículas de dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) han sido ampliamente utilizadas en productos industriales y de consumo, como colorantes alimenticios, pinturas y en bloqueadores solares (Haider, 2019), debido a su estabilidad química y bajo costo, atrayendo interés por sus aplicaciones en fotocatalisis, remediación ambiental, materiales antibacteriales y desinfección de agua. Sin embargo, la exposición ambiental y humana a estas nanopartículas sigue en debate y han surgido preocupaciones en cuanto a la relación entre sus propiedades fisicoquímicas, bioactividad y riesgos a la salud humana.

Las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> han sido consideradas como poco solubles y de baja toxicidad, sin embargo, esta percepción cambió al descubrirse el desarrollo de tumores pulmonares en ratas después de 2 años de exposición a altas concentraciones de partículas finas de TiO<sub>2</sub>. Existen diversos estudios con animales que demuestran que la exposición a estas NP genera acumulación en órganos (Fabian, 2007; Liu, 2008), disfunción del miocardio (Hong, 2015, Savi, 2014), arritmias (Chen, 2013), estrés oxidativo (Sheng, 2013; Chen, 2013; Ahmad, 2017) e incluso arterioesclerosis en ratones (Liu, 2009). Sin embargo, las respuestas biológicas a nanopartículas difieren según el tipo de material, forma, relación de dopado y propiedades fisicoquímicas inherentes a la nanopartícula utilizada, por lo que no es posible estandarizar las respuestas toxicológica observadas para todas las nanopartículas de TiO<sub>2</sub> y Cu-TiO<sub>2</sub>.

El sistema cardiovascular representa un punto de interacción, distribución y transporte de materiales y sustancias hacia los diversos tejidos, órganos y sistemas. Diversas partículas y nanopartículas pueden ingresar al sistema cardiovascular a través de varias vías, incluida la inhalación, la exposición oral, dérmica, subcutánea, intraperitoneal, intracardiaca, venosa, etc. (Shi, 2013). Las nanopartículas de tamaño menor a 50 nm son capaces de atravesar la barrera alveolar-pulmonar, entrar al flujo sanguíneo e inducir inflamación (Shi, 2013). Después de la absorción inicial de nanopartículas, la circulación sistémica puede distribuir las a todos los órganos y tejidos del cuerpo mediante el fenómeno de translocación.

Existen agentes vasoconstrictores como la noradrenalina (sustancia endógena) y la fenilefrina (fármaco). Este agonista interactúa con los receptores  $\alpha_1$  en las células musculares lisas, induciendo contracción del músculo liso al estimular la producción de inositol trifosfato (IP<sub>3</sub>) y de Ca<sup>2+</sup> intracelular como consecuencia de la activación de la enzima fosfolipasa C (FLC) y la apertura de canales de calcio transmembrana (Tortora & Derrickson, 2014). Dentro de los agentes vasodilatadores, se encuentra la acetilcolina (ACh) que a través de la estimulación de los receptores muscarínicos M<sub>3</sub> en el endotelio promueve la relajación muscular,

estimulando la producción de óxido nítrico (NO). (Dawson et al., 2001). El mecanismo de este efecto implica la activación de guanilil ciclasa y la síntesis de monofosfato de guanosina cíclico (GMPc). Este cGMP, a su vez, facilita la desfosforilación y la inactivación de las cadenas ligeras de miosina, lo que resulta en la relajación del músculo liso (Katzung, 2015).

## Objetivos

Evaluar la respuesta fisiológica de tejido cardiovascular de rata Wistar tras la exposición a nanopartículas de TiO<sub>2</sub> y Cu-TiO<sub>2</sub> sintetizadas por método sol-gel.

## Metodología

### Síntesis de nanopartículas

Las nanopartículas de Cu-TiO<sub>2</sub> 0.01% p/p se obtuvieron mediante la síntesis sol-gel. De manera breve, se adiciona a goteo continuo isopropóxido de titanio [C<sub>12</sub>H<sub>28</sub>O<sub>4</sub>Ti] (TTIP) en isopropanol bajo una atmósfera inerte (N<sub>2</sub>). Posteriormente se agrega la cantidad requerida de dopante (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) disuelto en agua destilada a goteo rápido. Las muestras se cubren con parafilm y se dejan reposar 1 hora en oscuridad.

Las soluciones obtenidas se filtraron al vacío para recuperar las nanopartículas de la solución y se dejaron secar a temperatura ambiente. Finalmente, las muestras se calcinaron a 250 °C por 3 horas para favorecer la presencia de fase anatasa. Las nanopartículas se suspendieron en agua desionizada a una concentración de 1 mg/mL y se les realizó un baño sónico. A partir de esta solución se tomaron los volúmenes necesarios para las dosis a administrar.

### Animales de experimentación

Se utilizaron ratas macho de la cepa Wistar con un peso aproximado de 250-350 g, las cuales fueron alojadas en recipientes de plástico transparente en un ciclo de luz/oscuridad de 12 horas con acceso a agua y alimentos *ad libitum*. Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con las directrices del Instituto Nacional de Salud para el Uso y Cuidado de Animales de Laboratorio (NOM-062-ZOO-1999) y la Clasificación y especificaciones de manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos (NOM-087-ECOL-



1995), previamente aprobados por el Comité de Cuidado y Uso de Animales de la Facultad de Química de la Universidad de San Luis Potosí, México.

### Determinación de efectos fisiológicos en corazón aislado de rata

Las ratas, unidades experimentales, se sacrificaron con una inyección de pentobarbital y se extrajo el corazón. Para evaluar la funcionalidad cardíaca se perfundieron los controles contráctiles (fenilefrina (Phe) o norepinefrina 10  $\mu$ M) y dilatadores (acetilcolina (ACh) 10  $\mu$ M), respectivamente, al inicio y al final de cada experimento. Los corazones de rata aislados se expusieron a concentraciones crecientes de nanopartículas de 0.01% p/p Cu-TiO<sub>2</sub> (1, 10, 100 y 1000  $\mu$ g) y NP de TiO<sub>2</sub> sin dopar, como control, a concentraciones iguales para evaluar sus efectos fisiológicos y realizar la comparación para determinar el papel del dopante en la respuesta observada, evaluando cambios en PP.

Al final del experimento, los corazones fueron almacenados en paraformaldehído para su posterior análisis histopatológico utilizando la tinción tricrómica de HES y Masson. La producción de óxido nítrico se cuantificó indirectamente analizando la presencia de nitritos (NO<sub>2</sub>) y nitratos (NO<sub>3</sub>) mediante la técnica de Griess.

## Resultados



Figura 1. Síntesis de NPs de Cu-TiO<sub>2</sub> y TiO<sub>2</sub> por sol-gel.

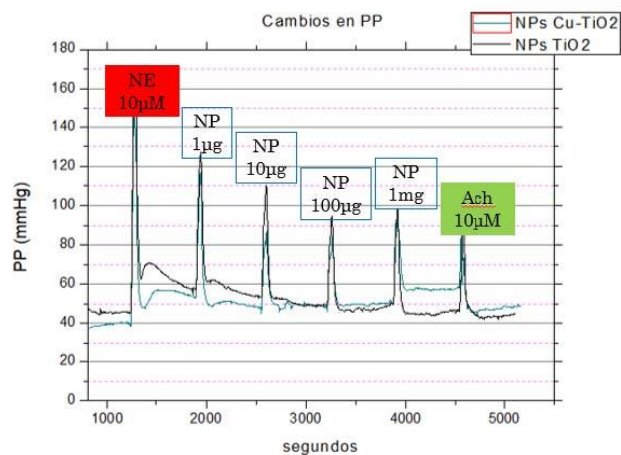
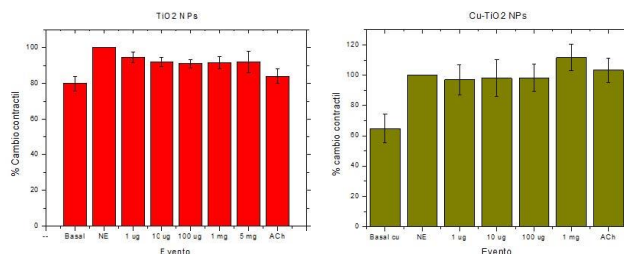


Figura 2. Modificación del tono vascular en corazones de rata aislados. La presión de perfusión cardíaca (PP en mmHg) se tomó como indicador del tono vascular.

La funcionalidad cardíaca se probó primero utilizando controles contráctiles y dilatadores, Phe y ACh (10  $\mu$ M), respectivamente. Después de que estos agentes indujeron sus acciones clásicas, los valores de PP alcanzaron un nuevo estado basal. A partir de este nuevo valor de presión basal se obtuvo una relación de la variación de PP para cada dosis administrada.

Figura 3. Variación de la presión de perfusión (PP) observada tras la administración de nanopartículas a diferentes dosis. (Izquierda: nanopartículas de TiO<sub>2</sub>; Derecha: NPs Cu-TiO<sub>2</sub>.)



Tras la administración de NPs de TiO<sub>2</sub> a dosis bajas (1 y 10  $\mu$ g) se observó una relajación del tejido cardíaco. A mayores concentraciones se disminuye el efecto vasodilatador, manteniendo una respuesta estable.

Las NPs de Cu-TiO<sub>2</sub> muestran un efecto vasodilatador a dosis bajas (1  $\mu$ g) y un mayor efecto vasoconstrictor al aumentar las dosis (10, 100 y 1000  $\mu$ g), en comparación con las nanopartículas puras.

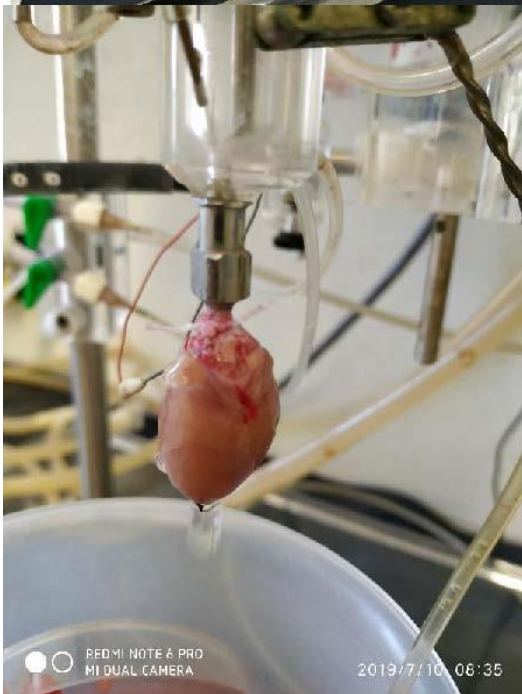


Figura 4. Corazones de rata expuestos a nanopartículas y evaluación de respuestas fisiológicas mediante la técnica de Langendorff.

Finalmente, se observó que tras la administración a concentraciones crecientes de nanopartículas no se vio afectado el efecto vasodilatador inducido por la dosis final de ACh, lo que sugiere que no existe una interferencia en las respuestas de estos agentes vasodilatadores.

## Discusión y conclusiones

En este estudio investigamos las acciones directas de NP de  $\text{TiO}_2$  y  $\text{Cu-TiO}_2$  en la fisiología cardíaca utilizando la preparación de Langendorff de corazón de rata perfundida aislada.

Tanto las nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  puro como las dopadas con Cu indujeron citotoxicidad relacionada con la inducción de estrés oxidativo de una manera dependiente de la dosis en corazones aislados de rata. Los cambios en el tono vascular pueden ser relacionados con la capacidad de las nanopartículas para crear especies reactivas de oxígeno (ROS). La generación de ROS y el daño oxidativo de las biomoléculas celulares se han propuesto como posibles mecanismos de toxicidad causados por las NP. Está bien establecido que las ROS tiene potencial para inducir daño genético, inflamación y muerte celular. (Xia, 2006)

Las nanopartículas de dióxido de titanio son dopadas generalmente para aumentar sus propiedades fotocatalíticas, ópticas o eléctricas. El dopaje de los iones  $\text{Cu}^{2+}$  en la red de  $\text{TiO}_2$  extiende su absorción óptica en la región visible, volviéndolo más fotoactivo en esta región. Esto explicaría la diferencia observada en las respuestas fisiológicas observadas en los experimentos: las NPs de  $\text{Cu-TiO}_2$  inducen un mayor efecto fisiológico contráctil en los corazones de rata aislados, posiblemente relacionado con una mayor generación de ROS.

## Agradecimientos

Laboratorio de materiales nanoestructurados y funcionales, Facultad de Ingeniería, UAQ.  
Laboratorio de Fisiología celular, Facultad de Ciencias Químicas, UASLP.



## Referencias bibliográficas

- [1] J. HAIDER, ADAWIYAH & N. JAMEEL, ZAINAB & H.M. AL-HUSSAINI, IMAD. (2019). Review on: Titanium Dioxide Applications. *Energy Procedia*. 157. 17-29. 10.1016/j.egypro.2018.11.159.

- 2 [2] FABIAN, E., LANDSIEDEL, R., MA-HOCK, L., WIENCH, K., WOHLLEBEN, W., & VAN RAVENZWAAY, B. (2007). Tissue distribution and toxicity of intravenously administered titanium dioxide nanoparticles in rats. *Archives of Toxicology*, 82(3), 151–157.
- 3 [3] HONG FS, WANG L, YU XH, ZHOU YJ, HONG J. (2015). Toxicological effect of TiO<sub>2</sub> nanoparticle-induced myocarditis in mice. *Nanoscale Res Lett*.
- 4 [4] SHENG L, WANG XC, SANG XZ, ZE YG, ZHAO XY, LIU D, GUI SX, SUN QQ, CHENG J, CHENG Z, HU RP, WANG L, HONG FS. (2013). Cardiac oxidative damage in mice following exposure to nanoparticulate titanium dioxide. *J Biomed Mater Res Part A*. 101A:3238–3246.
- 5 [5] LIU HT, MA LL, ZHAO JF, LIU J, YAN JY, RUAN J, HONG FS. (2009). Biochemical toxicity of mice caused by nano-anatase TiO<sub>2</sub> particles. *Biol Trace Elem Res*. 129:170–180. doi: 10.1007/s12011-008-8285-6.
- 6 [6] LIU, H., MA, L., ZHAO, J., LIU, J., YAN, J., RUAN, J., & HONG, F. (2008). Biochemical Toxicity of Nano-anatase TiO<sub>2</sub> Particles in Mice. *Biological Trace Element Research*, 129(1-3), 170–180.
- 7 [7] CHEN T, HU J, CHEN C, PU J, CUI X, JIA G. (2013). Cardiovascular effects of pulmonary exposure to titanium dioxide nanoparticles in ApoE knockout mice. *J Nanosci Nanotechnol*, 13:3214–3222.
- 8 [8] SAVI, M., ROSSI, S., BOCCHI, L., GENNACCARO, L., CACCIANI, F., PEROTTI, A., ... ZANIBONI, M. (2014). Titanium dioxide nanoparticles promote arrhythmias via a direct interaction with rat cardiac tissue. *Particle and Fibre Toxicology*, 11(1).
- 9 [9] SHI, H., MAGAYE, R., CASTRANOVA, V., & ZHAO, J. (2013). Titanium dioxide nanoparticles: a review of current toxicological data. *Particle and Fibre Toxicology*, 10(1), 15. doi:10.1186/1743-8977-10-15
- 10 [10] TORTORA, GERARD AND BRYAN DERRICKSON. Principles of anatomy and physiology, 14th edition (2014). Wiley: USA.
- 11 [11] DAWSON, TAYLOR, REIDER. Lo esencial en Farmacología (2001). Segunda edición. Elsevier: España. 80-84, 1347
- 12 [12] KATZUNG & TREVOR'S. Pharmacology Examination and Board Review, 11th Edition (2015). McGraw-Hill: USA.
- 13 [13] XIA T, KOVOCHICH M, BRANT J. Comparison of the abilities of ambient and manufactured nanoparticles to induce cellular toxicity according to an oxidative stress paradigm. *Nano Lett* 2006; 6: 1794–1807
-

# Síntesis de materiales para aplicación en textiles inteligentes.

*E. Salinas<sup>1</sup>, R. Hernández<sup>1</sup>, K. Esquivel<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, Santiago de Querétaro 76010. esalinas08@alumnos.uaq.mx

\* Correspondencia: karen.esquivel@uaq.mx; Tel.: +52-442-192-12-00 (ext. 65401)

## Resumen

La encapsulación de materiales de cambio de fase (PCMs) mediante diversas técnicas permite que, al integrarse a un textil convencional, éste se transforme en un textil inteligente; pues dichas cápsulas le confieran al textil propiedades que originalmente no tenía, tales como la termorregulación.

La síntesis del material se llevó a cabo mediante sol-gel y encapsulación por coacervación. El material de cambio de fase a encapsular fue la parafina (PW) y se encapsuló con óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), obteniendo como resultados preliminares que el material sintetizado mantiene constante la temperatura del textil y hasta 4°C por debajo de la temperatura alcanzada por un textil convencional.

## Palabras clave:

Material de cambio de fase, Textiles inteligentes, Encapsulación, SiO<sub>2</sub>.

## Abstract

The encapsulation of phase change materials (PCMs), using various techniques, allows these materials to be integrated into a conventional textile transforming it into an intelligent textile because they give it properties that originally did not have, such as thermoregulation.

The synthesis of the material was carried out by sol-gel and encapsulation by coacervation. The phase change material that was encapsulated was paraffin (PW) and was encapsulated with silicon oxide (SiO<sub>2</sub>), obtaining as preliminary results that the synthesized material keeps the temperature of the textile constant and up to 4°C below the temperature reached by a conventional textile.

## Keywords:

Phase Change Materials, PCM, Smart textile, Encapsulation, Paraffin wax, SiO<sub>2</sub>, thermoregulated textile.

## Introducción

Los textiles termorregulados son aquellos textiles que son capaces de reaccionar a la temperatura del ambiente en el que se encuentren, si la temperatura del entorno es alta, entonces el textil dará al usuario una sensación de frescura y caso contrario, en el que la temperatura del entorno es baja, entonces el textil dará una sensación de calidez [1]. Este tipo de prendas forman parte de una familia de textiles denominada, textiles inteligentes.

Para lograr la creación de los textiles termorregulados que generen el efecto anteriormente mencionado, comúnmente se utilizan materiales de cambio de fase (PCMs); los cuales se incorporan mediante micro o nanocápsulas a un textil convencional. El principio físico en el que se basa esta tecnología es en el cambio de fase de un material, ya sea de sólido a líquido o viceversa; ya que en esta transición interviene una ganancia o pérdida de energía (calor en este caso) respectivamente [2].

Si bien, esta tecnología comenzó a desarrollarse para la NASA en los 80's, en años recientes ha ido ganando interés tanto por parte del sector industrial como del sector científico [2] y se están buscando nuevos materiales y métodos para llevar esta tecnología a la vida cotidiana de las personas a un precio competitivo.

Existen diferentes materiales de cambio de fase, hasta el momento se conocen más de 500, ya sean naturales o sintéticos, pero dependiendo de la aplicación final es que se elige uno u otro material, puesto que todos tienen propiedades distintas [3]. Sin embargo, para la aplicación en textiles es recomendable que los PCMs tengan un punto de fusión de entre 15 y 35°C, además de esto, deben cumplir con las siguientes características:

- i. Diferencia pequeña entre la temperatura del punto de fusión y del de solidificación.
- ii. Inofensivo para el medio ambiente.
- iii. Baja o nula toxicidad.
- iv. Estabilidad para la repetición de la fusión y la solidificación.
- v. Bajo costo.

Algunos de los materiales de cambio de fase utilizados en los últimos 40 años son: sales hidratadas, ceras parafínicas, compuestos eutécticos (ya sean orgánicos o inorgánicos); aunque las más utilizadas y estudiadas son probablemente

las parafinas [2].

Las parafinas son compuestos orgánicos que pueden utilizarse como material de cambio de fase pues cumplen con prácticamente todos los requisitos mencionados anteriormente, desde un bajo costo, baja toxicidad, amigable con el medio ambiente y además existe una gran variedad de ellas, lo que nos proporciona una amplia gama de puntos de fusión en el rango de temperaturas que nos interesa, pues las hay con puntos de fusión desde 0 hasta 40 °C [3].

Actualmente hay diversos métodos para introducir las nano o microcápsulas de PCM a los textiles, como los son: incorporarlas directamente en las fibras (fibras sintéticas) o como recubrimiento a un textil previamente manufacturado, siendo esta última, la forma más utilizada hoy en día [2].

La nano o microencapsulación del PCM juega un rol muy importante en esta tecnología, pues de no encapsular el material de cambio de fase, las propiedades conferidas por éste al textil se perderían en un periodo muy breve de tiempo [2]. En la industria textil las microcápsulas han ido ganando popularidad, pues gracias a ellas, es posible conferir nuevas propiedades a los textiles manufacturados, desde liberación controlada de fragancias o para otorgar propiedades antisépticas a las telas producidas [4]. Existen diferentes métodos para microencapsular un agente activo y se dividen en dos grandes grupos: métodos físicos y métodos químicos, siendo estos últimos, los que nos permiten obtener capsulas en la escala nanométrica. En la Tabla 1 se muestran algunos de los métodos de microencapsulación más utilizados y los tamaños de capsula que se logran.

Tabla 1. Procesos de microencapsulación desarrollados [5].

Pulverización	5-5000
Lecho fluidizado y proceso Wurster	20-1500
Coextrusión	250-2500
Gelación	>75
Coacervación	5-5000
Polimerización interfacial	0.5-1100
Polimerización in situ	0.5-1000

Extracción-Evaporación del 0.5-1000 solvente

### Coacervación

Esta técnica, también llamada separación de fases, es considerada como la tecnología de microencapsulación más antigua. Este método involucra la separación de fases de uno o más hidrocoloídes de una solución inicial y subsecuentemente la deposición de una nueva fase coacervada formada alrededor del ingrediente activo que está suspendido o en emulsión en el mismo medio de reacción [6]. Después, la pared de las microcápsulas forma una estructura entrecruzada la cual le da a las microcápsulas buenas propiedades térmicas, así como resistencia a la humedad. La coacervación generalmente involucra una serie de pasos los cuales se llevan a cabo en agitación continua, estos pasos son los siguientes:

1. Dispersar la fase oleosa (oil phase) en una solución de superficie activa hidrocoloide.
2. Precipitar el hidrocoloide en la fase aceitosa bajando la solubilidad del hidrocoloide (agregando un no solvente, cambiando el pH, o cambiando la temperatura).
3. Inducir la formación de un complejo polímero-polímero agregando un segundo complejo hidrocoloide.
4. Esperar para que las microcápsulas sean estables.
5. Lavar y secar las microcápsulas.

Los pasos anteriormente solo son los pasos generales, por lo que, dependiendo del ingrediente a encapsular, así como del material de pared, los pasos pueden variar [6].

Generalmente los materiales utilizados para la coraza de las micro o nanocápsulas son polímeros, sin embargo, en este trabajo se estudiará el uso de un material cerámico para la coraza, como lo es el óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), el material de cambio de fase a encapsular será parafina de uso comercial. Se eligió óxido de silicio pues es un material con buenas propiedades térmicas y que ya ha sido utilizado para propósitos similares a los de esta investigación [7][8][9][10][11].

### Objetivos

Objetivo general:

Sintetizar un material para su aplicación en textiles termorregulados.

Objetivos particulares:

- Determinar un método de síntesis para encapsular un PCM.
- Diseñar un método de evaluación preliminar para el material generado.
- Comparar el uso de una nanocápsula de PCM@SiO<sub>2</sub> con respecto al SiO<sub>2</sub> puro.

## Metodología

Se llevaron a cabo dos síntesis, la número 1 fue para obtener el óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) puro y la número 2 fue para obtener las cápsulas de parafina con coraza de  $\text{SiO}_2$ .

Además de lo anterior se hizo una prueba para comprobar de manera aproximada si se habían obtenido los resultados esperados, los cuales eran que la tela, una vez cubierta con el material, mantuviera una temperatura agradable para el usuario, aun cuando la temperatura del entorno aumentara.

Para las síntesis del  $\text{SiO}_2$  y de la parafina encapsulada con el  $\text{SiO}_2$  (Parafina@ $\text{SiO}_2$ ) se usaron los siguientes reactivos: Parafina líquida comercial (PW), Tetraortoetil Silicato (TEOS) de Sigma Aldrich con una pureza del 98%, Alcohol Polivinílico (PVA) de Sigma Aldrich, Alcohol Etilico de J.T.Baker, Hidróxido de Amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) de Sigma Aldrich y Agua destilada. Para hacer los ligantes para el material y la tela se usó Polivinil Pirrolidona (PVP) de Sigma Aldrich, Estireno (St) de Sigma Aldrich, Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ ) de Meyer, Cloruro de Calcio Anhidro ( $\text{Ca}_2\text{Cl}$ ) de J.T.Baker, Hidróxido de Amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) de J.T.Baker de 28 a 30% y Agua Destilada.

### Síntesis #1

Esta síntesis se hizo para obtener  $\text{SiO}_2$  y para ello se hizo una solución con 1.2 mL de agua destilada y 4 mL de alcohol etílico, esta solución se mantuvo en agitación por 15 minutos y una vez cumplido el tiempo se le agregaron 3.78 mL de TEOS a goteo lento y se dejó en agitación por otros 35 minutos; a los 25 minutos se le agregó hidróxido de amonio hasta alcanzar un pH de 10. Terminado el proceso el material se dejó secar a temperatura ambiente por 18 horas y posteriormente se secó en un horno de convección (Advantage 562-01100-00) a  $50^\circ\text{C}$  por una hora.

### Síntesis #2

Esta síntesis se llevó a cabo por coacervación, esto para obtener encapsular parafina con  $\text{SiO}_2$  (PW@ $\text{SiO}_2$ ), para ello se hicieron dos soluciones: una acuosa y una oleosa. La solución acuosa, que se mantuvo en agitación por 45 minutos, se realizó con 10 mL de agua destilada, 10 mL de alcohol etílico y 0.567g de PVA. La solución oleosa contenía 0.8 mL de parafina y 3.78 mL de TEOS que se pusieron en baño sónico por 30 minutos. La solución oleosa se realizó de manera que los tiempos de agitación de ambas soluciones coincidieran. Una vez terminadas las dos soluciones la solución oleosa se agregó a la solución acuosa y se agitó durante 30 minutos para posteriormente agregar hidróxido de amonio hasta alcanzar un pH de 9, una vez hecho esto, la agitación se mantuvo por otras 18 horas. Por

último, el material se filtró al vacío, se lavó con agua y alcohol etílico y se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas.

### Prueba preliminar

Se diseñó un experimento para probar de manera aproximada las propiedades del material, para hacer dichas mediciones se usaron varios trozos cuadrados de tela de algodón, con un área de 4  $\text{cm}^2$ , a los cuales se les agregaron los diferentes materiales sintetizados por la técnica de inmersión, la cual consiste en poner en solución los materiales con un material que sirva como ligante (PVP y estireno en este caso) y sumergir la tela en dicha solución. Una vez agregados los materiales a la tela, los trozos se pusieron en una plancha caliente para ver como aumentaba su temperatura (Figura 1), esta fue medida con un termómetro láser (Xueliee GM320) que se encontraba a 30 cm por encima de la tela.

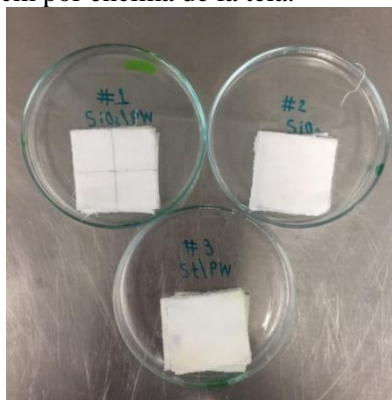


Figura 1. Trozos de tela con los materiales sintetizados incorporados para hacer la prueba preliminar.

Se hicieron 2 pruebas que se describen a continuación:

### Prueba #1:

Para esta prueba se hicieron dos soluciones, la solución 1 (R1) contenía 10 mL de agua destilada, 0.5 g de PVPy 0.051g del material obtenido en la síntesis #2, la solución se puso en agitación por 30 min a una temperatura de entre 30 y  $40^\circ\text{C}$ . La solución #2 (R2) fue hecha con 10 mL de agua y 0.051g del  $\text{SiO}_2$  obtenido en la síntesis #1. Las cantidades usadas en estas soluciones fueron obtenidas a partir del trabajo de L. Sánchez [1].

EL trozo A1 fue sumergido en R1 por 10 segundos con una agitación leve, el trozo A2 fue sumergido en R2 por igual tiempo e igual agitación mientras que al trozo A3 no se le realizó ninguna modificación. A1 y A2 se dejaron secar a temperatura ambiente por 18 horas. La prueba se hizo en una plancha a  $50^\circ\text{C}$ .

### Prueba #2

En la prueba #1 se usó PVP como el ligante para la PW@SiO<sub>2</sub>, en esta prueba se cambió el ligante y se usó estireno, para esto, se hicieron dos nuevas soluciones, la primera contenía: 0.235 g de PVA y 4.6 mL de estireno, que fue previamente lavado con hidróxido de sodio y secado con cloruro de calcio anhidro hasta obtener un líquido azul marino (Figura 2) el cual fue trasvasado por decantación. La solución fue puesta en baño sónico (Branson 1510) por 5 minutos.

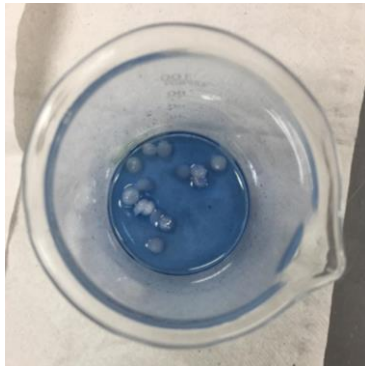


Figura 2. Estireno con NaOH y CaCl<sub>2</sub>.

La segunda solución fue hecha con 7 mL de agua y 0.023 g de la PW@SiO<sub>2</sub> obtenida en la síntesis #2, esta solución también se puso en baño sónico por 5 minutos, las cantidades de esta prueba se obtuvieron a partir del trabajo de Zuckerman et al [12].

Una vez terminadas las soluciones, la segunda solución fue agregada a la primera solución, esto con agitación mecánica, y acto seguido se le agregó 1 mL de NH<sub>4</sub>OH, la agitación se mantuvo por 5 minutos. El resultado obtenido es la solución R3.

En esta ocasión se usaron 4 trozos de tela, el trozo A4 se sumergió en R3 por 10 segundos y agitación leve y se dejó secar a temperatura ambiente por 18 h; los otros tres trozos fueron los A1, A2 y A3 de la prueba #1. La prueba igualmente fue hecha en una plancha a 50°C y la temperatura se midió a las mismas condiciones de la prueba anterior.

### Resultados

De la síntesis #1 se obtuvieron 0.541g un polvo blanco que presumiblemente es óxido de silicio, esto nos da un rendimiento de reacción de un poco más del 50%, pues las cantidades de reactivos fueron hechas para obtener 1g de SiO<sub>2</sub>.

En la síntesis #2, que se esperaba fueran nanocápsulas con

núcleo de parafina y coraza de SiO<sub>2</sub>, se obtuvieron 0.494 g de un polvo blanco, el cual a simple vista era menos fino que el de la síntesis #1, además de que tenía una textura diferente. El rendimiento de reacción fue casi el mismo que la síntesis #1, los resultados de la síntesis 1 y 2 se pueden observar en la Figura 3.

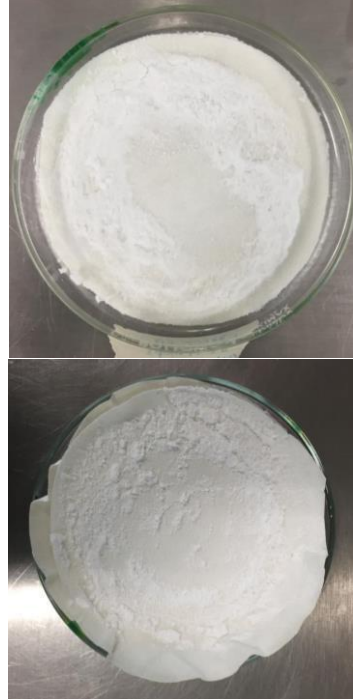


Figura 3. Materiales obtenidos de la síntesis #1 (arriba) y de la síntesis #2 (abajo).

Los resultados de las pruebas 1 y 2 se encuentran en la Tabla 2 y se puede observar que el trozo A3 es en el que más aumenta la temperatura, llegando hasta los 31.1°C, mientras que, en el que menos aumenta su temperatura, es el trozo A4 con 26.6°C. También se observa claramente que tanto A1 como A4, que son los que contienen las nanocápsulas de PW@SiO<sub>2</sub>, mantienen constante su temperatura durante los primeros 20 segundos de prueba, esto nos podría indicar que el material de cambio de fase fue correctamente encapsulado. Otra prueba es que la diferencia entre la temperatura de los 10 segundos y la de los 30 segundos es de tan solo 0.6°C y 0.5°C en A1 y A4 respectivamente mientras que en A2 y A3 son 1.7°C y 1.3°C respectivamente.

Tabla 2. Resultados de las pruebas 1 y 2.

10	27.7	28.7	29.8	26.4
----	------	------	------	------

15	27.7	29.6	30.2	26.4
20	27.7	29.9	30.5	26.4
25	28.0	30.1	30.8	26.6
30	28.3	30.4	31.1	26.9

Se puede ver que los trozos de tela que tienen incorporado el material de PW@SiO<sub>2</sub> mantienen su temperatura ante un aumento en la temperatura del entorno, además de que hay una diferencia de entre 3 y 4°C con respecto a las temperaturas máximas alcanzadas por las telas que tienen incorporadas las nanocápsulas y la tela sin modificar.

El trozo A2 nos sirve para observar la diferencia entre usar solo SiO<sub>2</sub> y PW@SiO<sub>2</sub>, y como se ve, si hay una diferencia de más de 2°C.

También se observa que el ligante utilizado afecta ligeramente el comportamiento del material, pues en el caso del estireno se obtuvieron temperaturas menores en comparación con la PVP.

## Conclusiones

Por lo visto en las pruebas preliminares, se logró obtener un material con el efecto termorregulador deseado, sin embargo, esto no se puede afirmar hasta no llevar a cabo análisis más confiables, como lo pueden ser DSC, TGA, FTIR; además es pertinente realizar una micrografía SEM para poder observar la morfología del material, así como el tamaño de este para corroborar que son nanocápsulas.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Autónoma de Querétaro por la beca otorgada por parte del programa de Verano XXX y en particular al laboratorio de materiales nanoestructurados y funcionales, por proporcionar el material y equipo necesario para llevar a cabo esta investigación y al FOFI 2018 con el proyecto FIN201810.

## Referencias

[1] M. L. S. Silva, "Microencapsulación de materiales de cambio de fase para su aplicación textil," Universidad de Castilla-La Mancha, 2009.  
 [2] S. Mondal, "Phase change materials for smart textiles - An overview," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 28,

no. 11–12, pp. 1536–1550, 2008.

[3] A. Sharma, V. V. Tyagi, C. R. Chen, and D. Buddhi, "Review on thermal energy storage with phase change materials and applications," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 2, pp. 318–345, 2009.

[4] G. Nelson, "Application of microencapsulation in textiles," *Int. J. Pharm.*, 2002.

[5] S. K. Ghosh, *Functional Coatings: By Polymer Microencapsulation*. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

[6] G. Nelson, "Microencapsulated colourants for technical textile application," in *Advances in the Dyeing and Finishing of Technical Textiles*, 2013, pp. 78–104.

[7] B. Li, T. Liu, L. Hu, Y. Wang, and L. Gao, "Fabrication and properties of microencapsulated paraffin@SiO<sub>2</sub> phase change composite for thermal energy storage," *ACS Sustain. Chem. Eng.*, vol. 1, no. 3, pp. 374–380, 2013.

[8] H. Zhang, S. Sun, X. Wang, and D. Wu, "Fabrication of microencapsulated phase change materials based on n-octadecane core and silica shell through interfacial polycondensation," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 389, no. 1–3, pp. 104–117, 2011.

[9] N. Şahan and H. Paksoy, "Determining influences of SiO<sub>2</sub> encapsulation on thermal energy storage properties of different phase change materials," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 159, pp. 1–7, 2017.

[10] G. V. Belessiotis, K. G. Papadokostaki, E. P. Favvas, E. K. Efthimiadou, and S. Karellas, "Preparation and investigation of distinct and shape stable paraffin/SiO<sub>2</sub> composite PCM nanospheres," *Energy Convers. Manag.*, vol. 168, pp. 382–394, 2018.

[11] Y. Zhu *et al.*, "Nanoencapsulated phase change materials with polymer-SiO<sub>2</sub> hybrid shell materials: Compositions, morphologies, and properties," *Energy Convers. Manag.*, vol. 164, pp. 83–92, 2018.

[12] J. Zuckermann, R. Pushaw, B. Perry, and D. Wyner, "Fabric coating containing energy absorbing phase change material and method of manufacturing same," 2003.



# Presencia de SNP Thr92Ala en población adulta en el estado de Querétaro

Hernández Puga Ana Gabriela, Ponce Zúñiga Atenea, Vega León Paulina.

Departamento de Investigación Biomédica, Facultad de medicina: Universidad Autónoma de Querétaro, México. Teléfono: +52 (442) 1921200, ext: 6240.

Dirección: Clavel 200, Col. Prados de la Capilla, Querétaro, Qro. C. P. 76170; México.  
ana.gabriela.hernandez@uaq.mx

## Review

The thyroid hormone performs various tasks in the body, however for these to be carried out, the hormone must pass from its basal state to its active form, that is, the pre hormone T4 undergoes deiodination to transform into the T3 hormone, which can already perform its function as a transcription factor for the production of other biomolecules.

The deiodination process is carried out by type 2 deiodination, this function can also be carried out by type 1 deiodination, although it should be noted that the transformation rate is lower than DIO2. The activity of DIO2 may present complications if the individual has the mutation and therefore affect the signaling cascades involved.

Due to the presence of a polymorphism known as Thr92Ala, a mutation at a base of codon 92 of DIO2, the function of deiodinase is affected, which by interacting with T4 transforms it into T3 and this hormone, in turn, It acts as a transcription factor and regulates gene expression, and in this way the activity of DIO2 is involved in lipid degradation. In the present work, DNA extraction techniques and their amplification by PCR were used for the detection of the Thr92Ala SNP, and to establish a relationship between this mutation and the concentrations of lipids, THS and T4 in blood.

## Resumen español

La hormona tiroidea realiza diversas tareas en el organismo, sin embargo para que estas se lleven a cabo, la hormona debe pasar de su estado basal a su forma activa, es decir, la pre hormona T4 sufre una desyodación para transformarse en la hormona T3, la cual ya puede realizar su función como un factor de transcripción para la producción de otras biomoléculas. El proceso de desyodación lo realiza la desyodasa tipo 2, ésta función también la puede realizar la desyodasa tipo 1, aunque cabe resaltar que la tasa de transformación es inferior a la DIO2. La actividad de la DIO2 puede presentar complicaciones si el individuo tiene la mutación y por lo tanto afectar en cascadas de señalización involucradas.

Debido a la presencia de un polimorfismo conocido como Thr92Ala, una mutación en una base del codón 92 de la DIO2, se ve afectada la función de la desyodasa, la cual al tener interacción con la T4 la transforma en T3 y esta hormona a su vez actúa como un factor de transcripción y regula la expresión génica, y de ésta manera la actividad de la DIO2 se involucra en la degradación de lípidos. En el presente trabajo se utilizaron técnicas de extracción de DNA y su amplificación mediante PCR para la detección del SNP Thr92Ala, y establecer una relación entre ésta mutación y las concentraciones de lípidos, THS y T4 en sangre.

**Key words:** Dio2, SNP Thr92Ala, lipids profile.

**Palabras clave:** Dio2, SNP Thr92Ala, perfil de lípidos.

## Introducción

Todos los seres vivos cuentan con un organismo el cual se regula a través de distintos mecanismos y esto es lo que permite llevar a cabo las actividades cotidianas, sin embargo cuando una irregularidad tiene lugar, se generan dificultades para realizar ciertas tareas. Debido a ésta situación los seres humanos han desarrollado estudios que permiten

evaluar la producción de ciertos componentes biológicos que produce nuestro organismo y así evaluar el desempeño del mismo. Dos de estos estudios son el perfil de lípidos y los exámenes de hormona estimulante de la tiroides (TSH), en el primero se estudian las concentraciones de lípidos en sangre, tales como; colesterol, HDL, LDL y triglicéridos (Brites, 2013).

El estudio de la TSH, indica el nivel de concentración de la hormona tirotrópica, la cual es producida por la hipófisis y regula la actividad de la glándula tiroides (González, 2019). Sin embargo aun con estos estudios surge la presencia de anomalías, incluso a un nivel molecular. Tal es el caso de las mutaciones. Un Polimorfismo de un solo nucleótido o también conocido como SNP (Single Nucleotide Polymorphism) es una mutación en la cual solo una base se ve afectada. En el presente estudio el polimorfismo a estudiar es Thr92Ala, en el cual hay un cambio de adenina a guanina, lo cual genera una sustitución de la treonina por alanina en el codón 92, este polimorfismo se puede presentar en la proteína Dio2 (Canani, 2005), la cual tiene una importante interacción con la pre-hormona tiroidea (T4) también conocida como tiroxina.

La hormona tiroidea es una biomolécula que tiene una gran importancia para el correcto desarrollo del organismo durante las primeras etapas de vida y posteriormente toma un papel más importante en el las rutas metabólicas que se llevan a cabo (García, 2018). Actualmente se conocen distintos tipos de hormona tiroidea, las cuales se diferencian por la actividad que realizan y en dónde se producen, ya que puede ser en tejido periférico o central (White, 2006). Principalmente esta hormona se encuentra en su forma pasiva como T4, y T3 es su forma activa, y son reguladores de la expresión génica, sin embargo para que ocurra este proceso, la pre hormona tiene que sufrir una desyodación, actividad que es realizada tanto por la DIO1 y DIO2, sin embargo la producción de T3 por la Dio2 es más alta que en comparación con la otra desyodasa. La DIO1 se produce en el hígado, riñón tiroides e hipófisis, la

desyodasa tipo 2 es secretada por la hipófisis, tejido graso pardo y cerebro además de que su localización a nivel celular es en el retículo endoplásmico con sitio activo hacia citosol (Solís, 2011).

La actividad de la hormona tiroidea se puede ver afectada por diversos factores ya sea una inadecuada producción de la hormona, rechazo de los receptores de la hormona a la célula, o la presencia del SNP Thr92Ala (Solís, 2011).

Es por este motivo que en el presente estudio es de gran interés la relación que existe entre la actividad de DIO2 con este polimorfismo y el metabolismo de lípidos, ya que se conoce que éste tipo de hormonas intervienen en la degradación, síntesis y movilización de éstas biomoléculas, ya que su ruta metabólica influye en una mejor utilización de sustratos lipídicos, aumento de síntesis y movilización de triglicéridos, aumento en la concentración de ácidos grasos no esterificados y también en el aumento de la actividad lipoproteína-lipasa (Pucci, 2000).

Para cumplir con el objetivo del presente trabajo la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) con la variante de genotipificación. Esta técnica ha sido desarrollada por Kary Mullis (Tamay, 2013), la cual utiliza la propiedad de hibridación del DNA para realizar una reacción in vitro en la cual se amplifica un fragmento de DNA durante varios ciclos en un equipo llamado termociclador (Armendáriz, 2013). En caso de que el sustrato sea cDNA sintetizado a partir de mRNA se conoce como RT-PCR por el uso de la enzima transcriptasa (Espinosa, 2007). La reacción consta de tres etapas: desnaturalización, hibridación y extensión. Los elementos necesarios son el sustrato (DNA o cDNA), la enzima, oligonucleótidos, dNTPs, ión magnesio, solución amortiguadora y agua en calidad para PCR (Tamay, 2013).

### **Objetivo general**

Establecer una posible relación de la presencia del SNP Thr92Ala con los niveles circulantes de lípidos.

## Metodología

Se tomaron muestras sanguíneas de 499 individuos de una edad entre 18 a 60 años y el promedio son 29 años, a estas muestras se les hizo un análisis completo que incluía análisis de TSH y T4 en sangre así como perfil de lípidos. Se utilizaron los siguientes intervalos para evaluar los resultados de los análisis sanguíneos como se muestra en la Tabla 1 y Tabla 2.

**Tabla 1.** Índices normales de concentración de lípidos en sangre.

Colesterol	<200 mg/dL
col-HDL	>40 mg/dL
col-LDL	<160 mg/dL
col-VLDLc	col-VLDLc
Triglicéridos	<160 mg/dL

**Tabla 2.** Índices normales de concentración de lípidos en sangre.

Insulina	<10 uUi/mL
fT4	0,7 - 1,24 ng/dL
TSH	0,34 - 4,25 µUI/mL

Para cumplir con el objetivo principal del estudio, se extrajo el DNA de las muestras sanguíneas mediante utilizando el mini Kit EZNA Blood DNA de OMEGA, el producto obtenido se conservó a una temperatura de -20° C hasta su uso. El DNA fue amplificado por PCR (equipo StepOne Real-Time PCR System) utilizando sondas Taqman y se añadió la variante de genotipificación, los resultados obtenidos fueron analizados para conocer la cantidad de personas que tienen este polimorfismo ya sea de manera dominante o recesiva. Se consideraron los siguientes parámetros para las amplificaciones de las muestras a analizar:

Ciclos: 50

Cantidad de muestras por análisis: 46

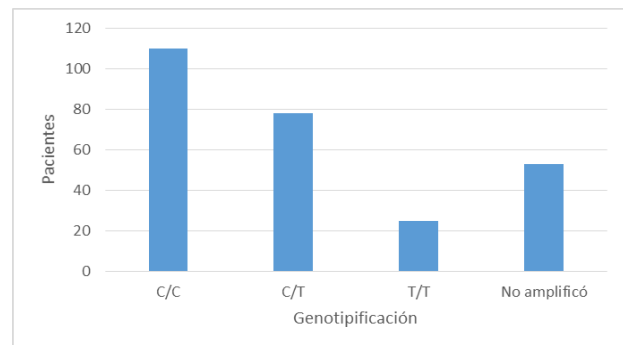
Cantidad de controles positivos: 0

Cantidad de controles negativos: 2

Para cada corrida de 48 muestras, se utilizaba por pocillo 4µL de master mix, 0.4µL de ensayo SNP (Thr92Ala), 3.6µL de la muestra a analizar y 0.5µL de agua inyectable. Este procedimiento se llevaba a cabo en condiciones asépticas.

## Resultados

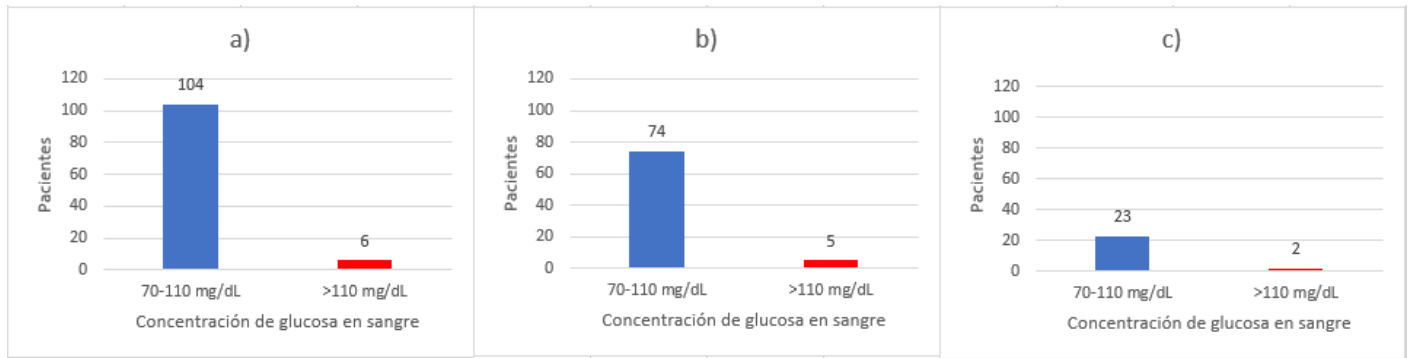
Durante el desarrollo de la parte experimental del proyecto hubo un desabasto de material, por lo cual de las muestras recolectadas solo se analizaron 266 de las cuales 53 no amplificaron, como se muestra en la Figura 1.



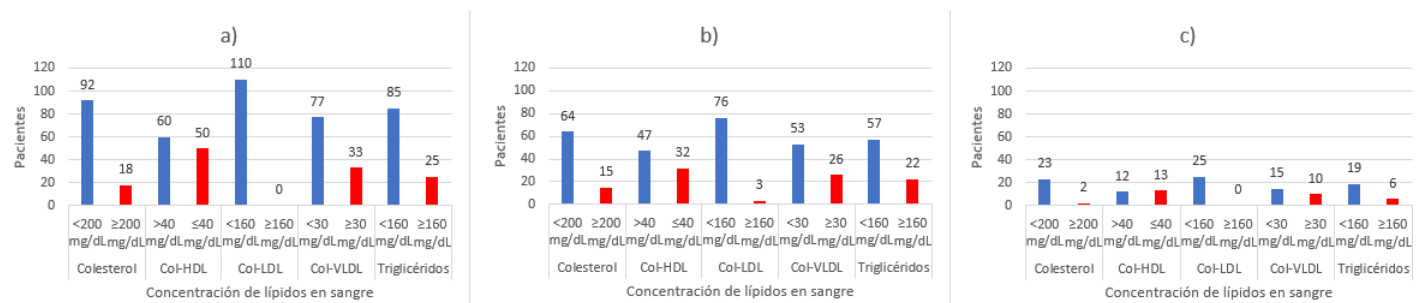
**Figura 1.** Resultados de la amplificación y genotipificación de las muestras recolectadas. C/C representa que muestra la mutación en ambos alelos; C/T solo presenta la mutación en uno de los alelos, T/T no presenta la mutación

Posteriormente las amplificaciones que no tuvieron éxito fueron descartadas y solo se consideraron las muestras genotipificadas. Se observa que en los sujetos de experimentación que el polimorfismo está presente en una gran cantidad de personas ya se de forma homocigota o heterocigota. También se obtuvieron los resultados de la concentración de glucosa en sangre (Figura 2) así como los perfiles lipídicos (Figura 3) y hormonales, este último solo incluye la hormona insulina, fT4 y TSH (Figura 4). Como se menciona en la metodología, se siguieron los índices indicados para valorar si las concentraciones ya sea de la glucosa, la hormona insulina, fT4 y TSH o los valores del perfil lipídico estaban en un rango aceptable o estaban por encima de estos valores, lo cual representa un riesgo y en las gráficas está señalado con gráficos de color rojo.

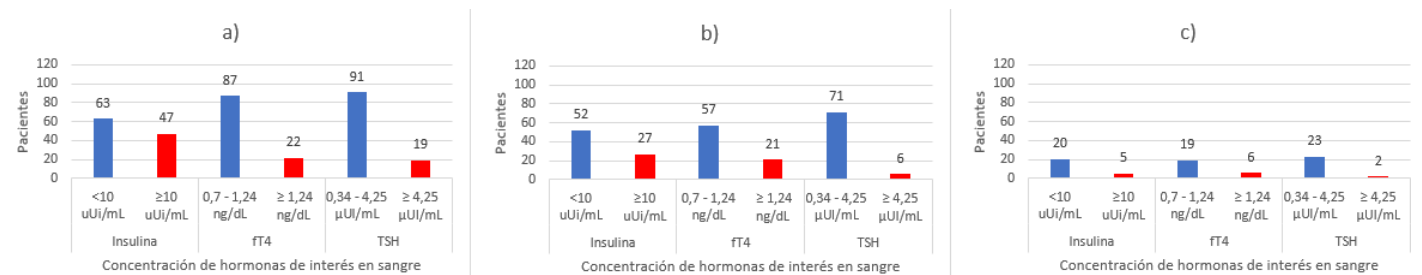
Como se observa en la Figura 2, los que no presentan el SNP Thr92Ala tienden a mantenerse dentro de los límites saludables de glucosa en sangre, en comparación con los heterocigotos y homocigotos que aumenta la población con glucosa por arriba de los 110 mg/dL, lo cual puede representar riesgos de salud a corto o largo plazo.



**Figura 2.** Resultados de concentración de glucosa en sangre siendo a) los datos de las muestras homocigotas con la mutación C/C, b) los datos de las muestras heterocigotas C/T y c) los resultados de las muestras homocigotas que no presentan la mutación.



**Figura 3.** Resultados de concentración de lípidos en sangre siendo a) los datos de las muestras homocigotas con la mutación C/C, b) los datos de las muestras heterocigotas C/T y c) los resultados de las muestras homocigotas que no presentan la mutación.

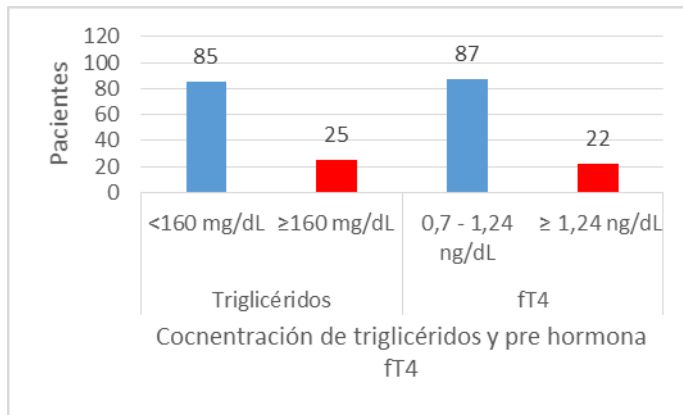


**Figura 4.** Resultados de concentración de hormonas (insulina, fT4 y TSH) en sangre siendo a) los datos de las muestras homocigotas con la mutación C/C, b) los datos de las muestras heterocigotas C/T y c) los resultados de las muestras homocigotas que no presentan la mutación.

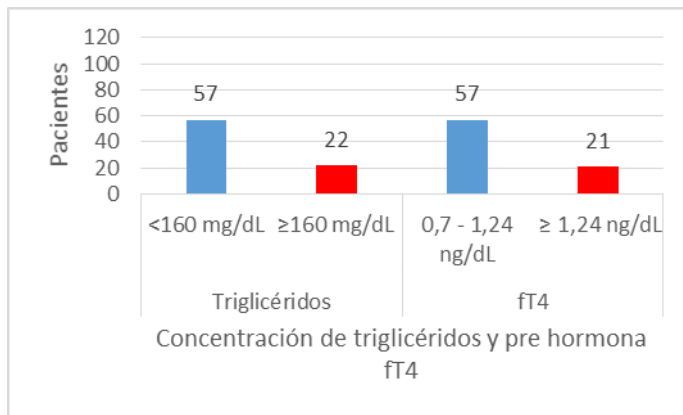
En la mayoría de los casos se observa que mientras el paciente cuenta con el polimorfismo en ambos alelos tiene una disposición a tener valores altos en los aspectos valorados, perfil hormonal, lipídico entre otros. Se ve que la población con índices altos en los rangos evaluados va disminuyendo conforme la mutación se presenta de manera heterocigota y aún más cuando ya no presenta el SNP Thr92Ala.

Se realizó una comparación entre la concentración de triglicéridos en sangre y la concentración de la pre hormona fT4 ya que son los aspectos de mayor

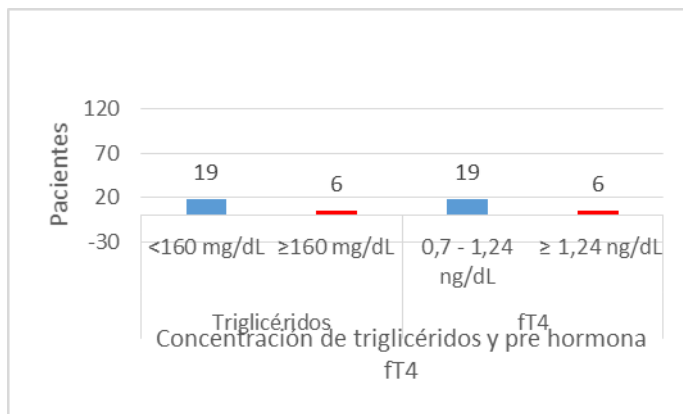
interés para poder relacionar la actividad de ésta última en presencia de la mutación, se hizo una gráfica por cada tipo de genotipificación homocigota C/C (Figura 5), heterocigota C/T (Figura 6) y homocigota T/T (Figura 7).



**Figura 5.** Comparación de triglicéridos en sangre y pre hormona fT4 de pacientes con genotipo C/C.



**Figura 6.** Comparación de triglicéridos en sangre y pre hormona fT4 de pacientes con genotipo C/T.



**Figura 7.** Comparación de triglicéridos en sangre y pre hormona fT4 de pacientes con genotipo T/T.

Sin embargo, como se mencionó al inicio de ésta sección solo se muestran los resultados parciales de la fase de experimentación del presente trabajo

## Discusión y conclusión

En los resultados obtenidos se observa que la presencia de la mutación en las muestras analizadas hay un incremento de pacientes con altas concentraciones de triglicéridos y fT4, como se observa en la Figura 5 y 6, en comparación con los pacientes que no tienen el polimorfismo en ninguno de los alelos, hay una menor cantidad de personas que con altas concentraciones de los parámetros evaluados, sin embargo se esperaría que al no presentar la mutación, estos casos especiales indican que hay más factores que intervienen en la acumulación de estos componentes en la sangre, puede ser una mal alimentación, de origen genético, consumo de medicamentos y esto puede dar origen a enfermedades como aterosclerosis, infarto de miocardio, problemas cardiovasculares (Goldberg, 2019). Por las razones mencionadas también se puede explicar que a pesar de que en las Figuras 5 y 6 hay una cantidad considerable de pacientes con altas concentraciones de triglicéridos que no han sido degradados correctamente por la irregular síntesis de la DIO2, sigue siendo un número inferior a las personas que tienen el polimorfismo pero aun así se mantienen dentro del rango ideal de triglicéridos en sangre, debido a su estilo de vida y otros cuidados respecto a su alimentación.

Sin embargo la presencia de SNP Thr92Ala no indica que la DIO2 no realice su función de desyodación de la T4, más bien se puede interpretar que la tasa de cambio es más lenta de lo normal. Un estudio similar realizado en Brasil, donde se realizó la genotipificación del polimorfismo de interés (Thr92Ala) y en pacientes que tenían Diabetes tipo II, y se determinó que la mutación se asociaba con la resistencia a la insulina y que en pacientes que tenían el polimorfismo de manera homocigota la actividad de la DIO2 se veía disminuida en un 50% y por lo tanto la T3 tampoco estaba en la cantidad necesaria para la degradación de insulina (Canani, 2005).

Cabe aclarar que el polimorfismo no da lugar a desarrollar Diabetes tipo II o hipertiroidismo como se podría pensar, ya en diversas investigaciones se ha tratado de relacionar el origen de enfermedades cardiovasculares o como la Diabetes sin embargo se ha comprobado que la mutación no las desarrolla, pero sí ya se tienen indicios de éstas enfermedades puede agravar la situación tener el polimorfismo.

En la Figura 1, se observa que hubo varios casos donde la amplificación no se realizó correctamente y no se obtuvieron los resultados esperados, esto puede deberse a distintos factores como la concentración de DNA no fue la suficiente o no tenía los índices de pureza suficientes, es decir, había residuos de otros componentes que no permitieron llevar a la polimerasa su función. También es posible que las temperaturas no fueran las adecuadas para estos fragmentos ya que si fueron bajos, la cadena de DNA no se deshibridó y la enzima no pudo replicar la cadena, en cambio si las temperaturas fueron muy altas esto pudo provocar que tanto como la enzima o la cadena de DNA se desnaturalizara (Herráez, 2014).

Los resultados demostrados indican que una gran parte de la población queretana sí presenta la mutación que interfiere con la correcta formación de la proteína DIO2, por lo tanto puede interferir con la actividad de la hormona tiroidea ya que está involucrada con su activación, sin embargo no se pudo determinar si tiene un efecto directo con la degradación de lípidos debido a que otros factores están relacionados para que suceda este proceso. Los resultados del presente trabajo dan pie a futuras investigaciones para profundizar sobre el SNP Thr92Ala y cómo afecta la vida de la población queretana.

## Agradecimientos

A la facultad de medicina y los investigadores del Departamento de Investigación Biomédica, ya que de no ser por el apoyo y recursos aportados, la investigación no hubiera sido realizada adecuadamente.

También a la Universidad Autónoma de Querétaro que ayudó a la vinculación de alumnos de licenciatura con doctores para la participación en estos proyectos.

## Referencias bibliográficas

Armendáriz, Juan. (2013). *Biología Molecular: Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud*. México, pp. 145.

Brites, D. Fernando. (2013). *Lípidos y Lipoproteínas. Características, Fisiología y Acciones Biológicas. Fisiopatología y Diagnóstico Bioquímico de las Dislipemias*.(Posgrado). FEPREVA, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Canani, L.H. (2005). The type 2 deiodinase A/G (Thr92Ala) polymorphism is associated with decreased enzyme velocity and increased insulin resistance in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005 Jun; 90(6): 3472-8. DOI:10.1210/jc.2004-1977

Espinosa, Laura. (2007). *Ecología molecular*. pp. 517. Universidad Nacional Autónoma de México.

Herráez A. (2014). *Plásmidos en electroforesis*. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.

García, S. Pablo. (2018). Thyroid hormones and obesity: a known but poorly understood relationship. *Endokrynologia Polska*. Tom/Volume 69; Numer/Number 3/2018 ISSN 0423-104X. DOI: 10.5603/EP.a2018.0031

Goldberg, C. Anne. (2019). *Dislipidemia. Manual SMD*. Recuperado de: <https://www.msmanuals.com/es-mx/hogar/trastornos-hormonales-y-metab%C3%B3licos/trastornos-relacionados-con-el-colesterol/dislipidemia-dislipemia>

González, H. Álvaro. (2019). *Pruebas de función tiroidea. Diagnóstico en la clínica*. Clínica Universidad de Navarra. Recuperado de: <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/pruebas-diagnosticas/funcion-tiroidea>

Pucci, E. (2000). Thyroid and lipid metabolism. *International Journal of Obesity*. Vol: 24, pagesS109-S112

(2000)

Solís. (2011). Bioactividad de las hormonas tiroideas. Importancia clínica de los transportadores de membrana, de las desyodasas y de los receptores nucleares. Revista de Investigación Clínica / i es Vol. 63, Núm. 3 / Mayo-Junio, 2011 / pp 287-308

Tamay, de L. (2010). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. Investigación en discapacidad, Mediagraphic. Vol. 2, Núm. 2 Mayo-Agosto 2013 pp 70-78

White, L. James. (2006). Thyroid Disorders. Part I: Hyperthyroidism. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101:276-284

---