

# MEMORIAS

# 4

ENCUENTRO

JÓVENES  
INVESTIGADORES  
DEL ESTADO  
DE CHIHUAHUA

**ALEJANDRA OROZCO IRIGOYEN**

(Coordinadora)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

RICARDO DUARTE JÁQUEZ  
*RECTOR*

DAVID RAMÍREZ PEREA  
*SECRETARIO GENERAL*

MANUEL LOERA DE LA ROSA  
*SECRETARIO ACADÉMICO*

ANTONIO GUERRA JAIME  
*DIRECCIÓN GENERAL DE VINCULACIÓN E INTERCAMBIO*

ALEJANDRA OROZCO IRIGOYEN  
*SUBDIRECTORA DE COOPERACIÓN E INTERNACIONALIZACIÓN*

RAMÓN CHAVIRA  
*DIRECTOR GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA*

# MEMORIAS

# 4

0  
ENCUENTRO

JÓVENES  
INVESTIGADORES  
DEL ESTADO  
DE CHIHUAHUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE CIUDAD JUÁREZ

Impreso en México / *Printed in Mexico*  
*elibros@uacj.mx*

La edición, diseño y producción editorial de este documento estuvo a cargo de la Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica, a través de la Subdirección de Publicaciones.

Coordinación editorial: Mayola Renova  
Corrección: Subdirección de Publicaciones  
Diseño de cubierta y diagramación: Karla María Rascón González

# ÍNDICE

Prólogo.....	7
Mensaje del Rector.....	11
Área 1: Física y matemáticas.....	15
Área 2: Química y biología.....	51
Área 3: Medicina y salud.....	63
Área 4: Humanidades y ciencias de la conducta.....	91
Área 5: Ciencias sociales.....	147
Área 6: Biotecnología y ciencias agropecuarias.....	171
Área 7: Ingeniería.....	195
Área 8: Artes.....	229



## PRÓLOGO

Una de las actividades más relevantes del quehacer universitario, es fomentar espacios de encuentro entre los estudiantes e investigadores de las diferentes áreas de conocimiento, con la finalidad de difundir los trabajos de investigación de las diferentes disciplinas que desarrollan para la atención de problemáticas mundiales; a la vez, impulsar el interés en los jóvenes universitarios continuar en la investigación, defensa y publicación de sus propuestas; así como insertar a jóvenes talentos en los estudios del posgrado de calidad en el país o extranjero.

A partir de que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) lanzara por primera ocasión la convocatoria de Programa de Fomento a las Vocaciones Científicas y Tecnológicas en niños y jóvenes mexicanos en 2012, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez no dudó en participar y obtener una de las 22 sedes a nivel nacional. Los primeros en interesarse en el Encuentro fueron los jóvenes universitarios que realizaron un Verano de la Investigación Científica.

Al paso de cuatro versiones del evento (2013-2016), hemos recogido experiencias académicas, anécdotas, casos exitosos y dado seguimiento a la trayectoria de jóvenes que fueron seleccionados para ocupar los primeros y segundos lugares de cada categoría. Algunos de ellos obtuvieron premios a nivel nacional, otros iniciaron los estudios de posgrado y otros más, siguen mejorando su formación académica.

Hemos logrado imprimir una huella dentro de las tres funciones sustantivas de la Institución; por un lado, la docencia la cual se ve implícita en la presentación de los resúmenes de investigación, cumpliendo con el contenido y formato necesario para participar en la convocatoria; en la investigación, donde los estudiantes participaron en tres modalidades: oral, cartel y prototipo y, en la extensión, al presentar a la comunidad en

general, los alcances de la investigación, generando espacios de diálogo entre expertos contando con la participación de otras instituciones del estado.

El compendio de memorias del cuarto Encuentro de Jóvenes Investigadores en el estado de Chihuahua, reúne 21 resúmenes de investigación que resultaron ganadoras en 2016 de las siete áreas de conocimiento establecidas por el Conacyt; Física, Matemáticas y Ciencias de la Tierra, Biología y Química, Medicina y Ciencias de la Salud, Humanidades y Ciencias de la Conducta, Ciencias Sociales; Biotecnología, Ciencias Agropecuarias e Ingeniarías.

Aunado a las siete áreas reconocidas por el Consejo, el responsable institucional y operativo, al igual que el comité evaluador decidió incluir el área de las Artes, las cuales abarcan programas como Música, Composición Musical, Artes Visuales y Crítica del Arte, considerando de suma importancia la inclusión de las áreas culturales con impacto e inclusión social.

Agradecemos el apoyo institucional del licenciado Ricardo Duarte Jáquez, Rector, por su confianza y apoyo en las gestiones académicas y administrativas para llevar a cabo el evento; al doctor Luis Enrique Gutiérrez Casas, Coordinador General de Investigación y Posgrado, por sus atinadas aportaciones al programa, apoyo logístico y coordinación de la oferta de posgrado de nuestra Institución; al maestro Ramón Chavira Chavira, Director General de Difusión Cultural y Divulgación Científica, por la edición de los resúmenes ganadores, así como al maestro Antonio Guerra Jaime, Director General de Vinculación e Intercambio, el cual dirigió y dio soporte a las actividades realizadas por la oficina de Cooperación e Internacionalización.

Además, a los responsables de mesa, los cuales fungieron como coordinadores de las áreas de conocimiento, revisaron junto al comité evaluador los trabajos presentados y dictaminaron a los ganadores, al doctor José Trinidad Elizalde Galindo, doctora Florinda Jiménez Vega, doctora Alejandra Rodríguez Tadeo, doctor César Silva Montes, doctor Nemesio Castillo Viveros, doctor Juan Pedro Flores Márgez, doctor Noé Gaudencio Alba Baena y el doctora Rutilio García Pereyra.

Agradezco a todo mi equipo de trabajo por su empeño y dedicación que brindaron, durante las reuniones previas al evento, gestión y seguimiento a las tareas encomendadas, por aportar lo mejor de cada uno, para organizar, atender y lograr que el Cuarto Encuentro de Jóvenes Investigadores en el estado de Chihuahua, fuera un éxito. A la maestra Guadalupe Alejandra Cardoso Mendiola, licenciatura Cynthia Rubí Márquez Solís, maestra Yadira Isela Márquez González, ingeniero Jorge Edwyn Martínez Reyes, maestro José María Palacios Varela, licenciatura Andrea Yelvani Salazar Ibarra, maestra



Rosaura Gatica Castillo, maestra Flor Georgina Luján Rangel y maestra Alejandra Vargas Castañeda.

La experiencia y aprendizaje obtenidos será reflejado en las próximas generaciones de profesionales, capaces de comprender las problemáticas que nos aquejan, buscar soluciones técnicas y científicas, pero también sociales, humanas y con responsabilidad social, para transformar de la mejor manera nuestra realidad.

Continuaremos trabajando, para que espacios como el Encuentro de Jóvenes Investigadores en el estado de Chihuahua, sea un semillero de profesionales críticos y comprometidos con su entorno social, económico, político y cultural que permita a la sociedad alcanzar estándares de calidad de vida.

Alejandra Orozco Irigoyen



## MENSAJE DEL RECTOR

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez consciente de que el desarrollo de la investigación científica es uno de los pilares que sustenta la consolidación de cualquier Institución de Educación Superior, realiza grandes esfuerzos para fomentar, entre sus estudiantes e investigadores, la creación de espacios de reflexión, discusión y análisis.

Además de generar conocimiento, se incentiva a los jóvenes estudiantes para que elaboren trabajos de investigación o desarrollo tecnológico que les despierten interés en el desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones.

Se les atrae hacia el campo de la ciencia aplicada, donde participan en proyectos que resuelven problemas que obstaculizan el desarrollo de la comunidad.

El Cuarto Encuentro de Jóvenes Investigadores se vivió como una experiencia exitosa, que deja constancia del vínculo que asocia estudiantes, egresados e investigadores, en actividades que sirven para que los alumnos más destacados elijan como alternativa vocacional el cultivo de la ciencia, la investigación aplicada y el ancho campo de las innovaciones.

Lic. Ricardo Duarte Jáquez  
*Rector de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

La labor de la investigación académica dentro de las instituciones de educación superior es cada día más importante y se ha consolidado como la manera de actualizar con mayor eficacia sus programas educativos. Cada día es mayor el número de investigadores reconocidos adscritos que contribuyen, dentro de sus actividades como docentes, a formar en este ámbito a los estudiantes. Con esta formación contarán con mayores y mejores herramientas para afrontar su futuro como profesionistas y como futuros investigadores tanto en el servicio público, en el docente, o en la iniciativa privada.

Que este evento se encuentre en su cuarta edición refleja una madurez y un mayor arraigo dentro de las actividades en la formación de recursos humanos enfocados en la investigación científica por parte de las instituciones del estado. Es muy importante que este ejercicio académico inicie con alumnos y alumnas de pregrado ya que también tiene el propósito de incentivarlos a continuar su preparación profesional en algún programa de posgrado, los cuales se enfocan principalmente en tareas de investigación.

En estas memorias se concentran los resultados de los trabajos de investigación de alumnas y alumnos de pregrado en el 4.º Encuentro de Jóvenes Investigadores en el Estado de Chihuahua. Es un compendio de investigaciones por área de conocimiento y que abordan problemas de la región, por lo que sin duda son de sumo interés para la comunidad, ya que consideran como unos de sus objetivos fundamentales la solución de problemas del entorno.

Luis E. Gutiérrez Casas  
*Coordinador General del Investigación y Posgrado*

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez congrega y forma individuos capaces de transformar su entorno, a través del interés por aprender, explorar y aplicar el conocimiento adquirido en temáticas generales y específicas que les permitirá proponer soluciones a nuestras problemáticas ambientales, económicas, gobernanza, corrupción, género, violencia y pobreza, solo por mencionar las más relevantes.

La convivencia docente-estudiante es la vía idónea para plantear alternativas sustentables a nuestra comunidad, pero también, abonar al conocimiento universal. La ciencia y tecnología deberá ser un brazo rector en el avance y desarrollo de las sociedades, pero también, la vía para generar alternativas sostenibles.

Actualmente, la innovación, la tecnología y las comunicaciones, nos avasallan como sociedad y debemos mantener la universalidad del conocimiento para equilibrar los retos que se avecinan a pasos agigantados.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología fue muy acertado al promover en todo el país, la participación de los jóvenes universitarios con la presentación de resultados de sus investigaciones en su formación universitaria del pregrado, con la finalidad de promover la investigación en el país, así como los estudios de posgrado.

Las autoridades académicas, debemos mantener la preocupación de formar profesionales competitivos, comprometidos a su profesión, con altos valores morales y éticos que aporten al desarrollo económico, social y cultural desde lo local hacia lo global.

Es un orgullo para nuestra Institución presentar los resultados de esta quinta edición del Encuentro de Jóvenes Investigadores en el Estado de Chihuahua, donde se promovió la participación de los jóvenes pertenecientes a las 13 instituciones que conforman el Consorcio Interinstitucional de Educación Paso del Norte.

Los resúmenes que encontrarán en este documento, son de estudiantes que fueron seleccionados como primer y segundo lugar en cada una de las áreas de conocimiento, así como aportaciones de académicos que fungieron como evaluadores en tan magno evento.

Mtro. Antonio Guerra Jaime  
*Director General de Vinculación e Intercambio*



**ÁREA 1**

**FÍSICA  
Y MATEMÁTICAS**





**Área:** 1. Física y Matemáticas

**Nombre del docente:** Dr. José Trinidad Elizalde Galindo

**Departamento:** Física y Matemáticas

**Instituto:** Ingeniería y Tecnología

## MENSAJE

Participar en un evento donde los jóvenes se presenten con el gusto de verse envueltos en el ambiente científico, tal como ocurrió en este encuentro, fortalece la visión de un entorno estatal propicio para que los estudiantes se incluyan en actividades científicas y tecnológicas. Ha sido grato escuchar a los jóvenes buscando explicaciones apropiadas para las problemáticas que abordaron en cada uno de sus trabajos de investigación. Todo estudiante que comparta el gusto por el desarrollo de conocimiento debería vivir esta experiencia, ya que, sin duda, es básica para su crecimiento profesional.

A todos los jóvenes que participaron, ha sido muy grato el escucharlos y percibir su emoción a la hora de exponer y defender sus puntos de vista en cada una de sus investigaciones. Es mi apreciación que esto es solo el despertar de profesionistas con un gran futuro en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Sin duda, espero verlos en un futuro no muy lejano en eventos donde presenten resultados de proyectos de mayor envergadura; ya que el único límite que tienen es el de su propio compromiso con seguir aportando a la ciencia y la tecnología, siempre buscando conocimiento más profundo, que vaya en beneficio de la humanidad y el mundo en el que vivimos.

El mejor de los viajes en este vasto océano que es el universo.



# MODELADO DE DECISIONES SESGADAS EN ANSWER SET PROGRAMMING

Miguel Alonso Peinado Portillo  
Licenciatura en Matemáticas  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
al120547@alumnos.uacj.mx

**Aesor:** Doctor Juan Carlos Acosta Guadarrama, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, correo electrónico: [juan.acosta@uacj.mx](mailto:juan.acosta@uacj.mx)

## RESUMEN

La toma de decisiones es un tema cuyo auge ha crecido desde el siglo xx con el comienzo del estudio de la inteligencia artificial. Entre los temas de interés del llamado decision making, tenemos el modelado de preferencias. Se darán nociones básicas de la teoría de Answer Set Programming (ASP) para luego mostrar su utilidad para modelar problemas donde interfieren opciones con algún tipo de preferencia sobre ellas.

**Palabras clave:** Answer Set Programming, decisiones sesgadas, lógica, preferencias.

## INTRODUCCIÓN

En la vida diaria existe un gran número de situaciones donde es necesario elegir entre distintas opciones que se nos presentan. Por lo general, estas vienen acompañadas con cierta jerarquía entre ellas que son resultado de las preferencias de cada persona. Tomemos como ejemplo el menú de un restaurante donde existen varias opciones de

platos que serán elegidos de acuerdo con los gustos de cada persona, carne, pollo, pescado; además, tiene estas dos opciones como bebida: vino tinto y vino blanco.

Si un cliente llega y nos dice que prefiere el pescado a la carne y la carne al pollo, añadido a que en caso de carne blanca entonces prefiere vino blanco y que prefiere vino tinto en caso de comer carne. La dificultad de estas preferencias se complica entre más alternativas se tenga en el menú. Si bien una persona realiza el proceso de elección sin razonarlo de esta forma, al momento de automatizarlo resultaría muy complejo sin el marco teórico que se presenta en este trabajo.

Aquí surgen varias preguntas al respecto: ¿Cómo podemos modelar este tipo de situación? ¿Qué pasaría si al llegar al restaurante nos dicen que se les acabó el pescado? ¿Cuál menú es el que mejor satisface las preferencias del cliente en esta situación? Aunque este ejemplo puede parecer sencillo de resolver, existen problemas de asignación de horarios en escuelas o de empresas que utilizan estas mismas ideas.

Como veremos en este trabajo, el modelado en Answer Sets resulta útil para representar este tipo de problemas, con el empleo de proposiciones lógicas con disyunción ordenada, que serán definidos en las secciones siguientes.

Por otro lado, cabe mencionar que para el cálculo automático de los Answer Sets se ha utilizado un *solver* llamado DLV en línea, disponible en <http://logic-lab.sourceforge.net/dlv.html>. Además, todas las traducciones de los artículos de la lengua inglesa fueron realizadas por mí.

## JUSTIFICACIÓN

Es necesario caracterizar la forma de modelar problemas que ayuden a tomar decisiones y encontrar la manera más adecuada para modelar estas situaciones. La utilización de Answer Sets se ha incrementado en los últimos años con trabajos tan importantes y demandados sobre teoría de juegos (De Clercq, Bauters, Schockaert, De Cock, & Nowé, 2014) o en la asignación de horarios en una escuela (Banbara, Takehide, & Tamura, 2013), por lo que se ha sido la semántica elegida para representar sesgos y restricciones (Niemela, Syrjanen, & Brewka, 2002).

El conocer mejor y el caracterizar el marco teórico nos brindará beneficios importantes no sólo en la lógica clásica *per se*, sino también repercute en las aplicaciones prácticas que se derivan. Tal es el caso de los agentes inteligentes, diagnósticos y teoría de juegos, por mencionar solo algunos.

## OBJETIVO

Caracterizar inferencia bajo sesgos y restricciones en Answer Sets Programming para determinar sus alcances y limitaciones.

## MODELADO EN ANSWER SETS

En esta sección daremos una breve introducción sobre semántica de Answer Sets, ya que es la herramienta que utilizaremos para el modelado de problemas con preferencias. Para mayor detalle, consultar (Gelfond & Lifschitz, 1991).

Los programas lógicos tradicionales trabajan bajo el principio de "la suposición del mundo cerrado" (Gelfond & Lifschitz, 1991), el cual nos dice que cuando no hay información de que una proposición es verdadera, ésta es tomada como falsa. Esto se debe a que estos programas funcionan con la llamada *negación por falla*, lo que impide que representen situaciones donde hay información incompleta.

Esta idea lleva a la necesidad de distinguir entre dos tipos de negaciones: la *negación por falla* (también llamada *negación débil*, denotada aquí por " $\neg$ ") que nos dice que no hay evidencia de que un átomo sea verdadero; y la *negación clásica*, o *negación fuerte*, que denotaremos aquí por " $\sim$ ".

Definamos ahora el lenguaje de Answer Set Programming, ya que es el que nos permitirá trabajar con los programas lógicos de nuestro interés.

## DEFINICIÓN 1

(Lenguaje ASP para programas lógicos,  $\mathcal{L}_{ASP}$ ) En lo siguiente,  $\mathcal{L}_{ASP}$  es un lenguaje de lógica proposicional con símbolos proposicionales;  $a_0, a_1, \dots$ ; conectivos: " $\wedge$ " (conjunción); disyunción, denotada por " $\vee$ "; " $\leftarrow$ " (derivación, también denotada como " $\rightarrow$ "); constantes proposicionales " $\top$ " (tautología); " $\perp$ " (contradicción); " $\neg$ " (negación por falla o negación débil, también denotada por la palabra *not*); " $\sim$ " (negación fuerte, equivalentemente denotada como " $-$ "); símbolos auxiliares (" $($ ", " $)$ ") (paréntesis). Los símbolos proposicionales son llamados átomos o proposiciones atómicas. Una literal es un átomo o un átomo negado fuertemente. Una regla es un par ordenado  $head(r) \leftarrow body(r)$ .

Ahora podemos definir lo que es programa lógico extendido, que son los que nos permiten definir la semántica en Answer Sets para representar problemas donde se utilice la negación fuerte.

## DEFINICIÓN 2

Un programa lógico extendido es un conjunto de reglas de la forma

$$r: L_0 \leftarrow L_1, \dots, L_m, \neg L_{m+1}, \dots, \neg L_n.$$

Donde cada  $L_i$  es una literal.

Para poder definir un Answer Set, necesitamos primero un par de conceptos. Llamamos a un programa lógico *básico* a un programa extendido cuyas reglas no contienen negación por falla. Formalmente, decimos que un conjunto de literales  $X$  de un programa básico  $\Pi$  es cerrado bajo  $\Pi$  si para cada  $r \in \Pi$  si se cumple que  $\{L_1, \dots, L_m\} \subset X$ , entonces  $L_0 \in X$ . Al conjunto mínimo de átomos que es cerrado bajo  $\Pi$  lo denotaremos por  $Cn(\Pi)$  y constituye el Answer Set de  $\Pi$ .

Para el caso general en donde  $\Pi$  es un programa extendido, definamos  $\Pi^*$  como el conjunto que se obtiene al eliminar:

1. Cada regla que tenga una fórmula  $\neg L$  en  $body(r)$  de la forma en para alguna  $L \in X$ .
2. Todas las fórmulas de la forma  $\neg L$  en  $body(r)$  de de las reglas restantes.

Como se puede observar, el programa  $\Pi^*$  que se obtiene es un programa básico, por lo que ya está definido su answer set. Por tanto, si ambos conjuntos coinciden, entonces decimos que  $X$  es un answer set de  $\Pi$ . Es decir, el answer set de  $\Pi$  se caracteriza por  $Cn(\Pi^*) = X$ . Diremos que un answer set es consistente si no contiene un átomo y su negación fuerte a la vez.

En palabras informales, podemos decir que un answer set de  $\Pi$  es un conjunto de literales tales que todos sus elementos son verdaderos el programa  $\Pi$ . Es decir, son todas esas literales que son conclusiones del programa. Veamos el siguiente ejemplo ilustrativo:

Ejemplo 1. Sea el programa definido por las siguientes reglas:

1.  $p \leftarrow p$
2.  $q \leftarrow \neg p$

De acuerdo con la definición de Answer Set, concluimos que el único que existe para  $\Pi_1$  es  $\{q\}$ .

Programas lógicos con disyunción ordenada: En *Qualitative Choice Logic* (Brewka, Benferhat, & Le Berre, 2002) se introduce un nuevo conectivo lógico llamado disyunción ordenada, denotada por " $\vec{\vee}$ ". Intuitivamente,  $A \vec{\vee} B$  significa: si es posible  $A$ ; si  $A$  no es posible, entonces al menos  $B$ . Este conectivo nos permite modelar problemas donde intervienen varias opciones a elegir, pero además existe una cierta preferencia entre las distintas opciones.

Con la introducción de este conectivo, se puede definir un nuevo tipo de programa lógico, que es una generalización de un programa extendido. Las siguientes ocho definiciones fueron obtenidas de *Logic Programming with Ordered Disjunction* (Brewka, 2002).

### DEFINICIÓN 3

Un programa lógico con disyunción ordenada (ODLP, por sus siglas en inglés) es un conjunto de reglas de la forma

$$r: C_1 \vec{\vee} \dots \vec{\vee} C_n \leftarrow A_1, \dots, A_m, \neg B_1, \dots, \neg B_k.$$

Donde cada  $C_i, A_j, B_l$  son literales. Note que un programa lógico extendido es un caso particular donde  $n = 1$ .

Ejemplo 2. Sea  $R$  el programa con disyunción ordenada que se compone de las siguientes reglas:

1.  $A \vec{\vee} B \leftarrow \neg C$
2.  $B \vec{\vee} C \leftarrow \neg D$

La definición de Answer Set para un ODLP es distinta a la ya definida para un programa extendido. Esta se define por medio de *programas separados*.

### DEFINICIÓN 4

Sea  $r: C_1 \vec{\vee} \dots \vec{\vee} C_n \leftarrow body$  una regla. Para  $k \leq n$ , definamos la  $k$ -ésima opción de  $r$  como:

$$r^k: C_k \leftarrow body \cup \{\neg C_1, \dots, \neg C_{k-1}\}.$$

## DEFINICIÓN 5

Sea  $P$  un ODLP. Decimos que  $P'$  es un programa separado de  $P$  si se obtiene al remplazar cada regla de  $P$  por una de sus opciones.

Para ilustrar mejor estas dos definiciones, continuemos con nuestro ejemplo 2. Como cada regla de  $R$  solo tiene dos opciones, entonces se obtienen cuatro programas separados.

$$\begin{array}{ll}
 A \leftarrow \neg C & A \leftarrow \neg C \\
 B \leftarrow \neg D & C \leftarrow \neg \square, \neg B \\
 \\ 
 B \leftarrow \neg C, \neg A & B \leftarrow \neg C, \neg A \\
 B \leftarrow \neg D & C \leftarrow \neg D, \neg B
 \end{array}$$

Como se puede observar, los programas separados no contienen disyunción ordenada, de los cuales ya hemos definido sus answer sets. Esto nos lleva a la siguiente definición.

## DEFINICIÓN 6

Sea  $\square$  un ODLP. Un conjunto de literales  $X$  es un answer set de  $P$  si es un answer set consistente de un programa separado de  $P$ .

Nuevamente del ejemplo 2, tenemos tres answer sets de  $P$  resultantes de los programas separados:  $\{A, B\}$ ,  $\{B\}$ ,  $\{C\}$ . La primera pregunta que nos podemos hacer es sobre cuál de estas tres opciones es preferible en el programa. Por lo tanto, es necesario definir un criterio para establecer qué answer set satisface mejor cada regla del programa.

## DEFINICIÓN 7

Sea  $S$  un answer set de un ODLP  $P$ . Decimos que  $S$  satisface la regla  $r$  (denotado por  $\text{deg}_s(r)$ ):

$$C_1 \vec{\times} \dots \vec{\times} C_n \leftarrow A_1, \dots, A_m, \neg B_n, \dots, \neg B_k.$$



- Con grado 1 si  $A_j \notin S$  para algún  $j$  o  $B_i \in S$  para algún  $i$ .
- Con grado  $j$ ,  $1 \leq j \leq n$ , si todos los  $A_j \in S$ , ningún  $B_i \in S$  y  $j = \min \{r \mid C_r \in S\}$ .

A partir de estos grados de satisfacción, se pueden definir ciertos criterios para decidir cuál answer set es preferible sobre otro. En Niemela, Syrjanen, & Brewka (2002) se definen tres distintos criterios los cuales se presentan a continuación. Para las siguientes tres definiciones, consideremos  $P$  un ODLP y  $S_1, S_2$  dos answer sets de  $P$ . Además, definamos  $S_i^j(P)$  como el conjunto de reglas en  $P$  que se satisfacen por  $S$  con grado  $i$ .

## DEFINICIÓN 8

Decimos que  $S_1$  es cardinal-preferido a  $S_2$  (denotado por  $S_1 \succ_c S_2$ ) y sólo si existe  $i$  tal que  $|S_1^i(P)| > |S_2^i(P)|$  y para toda  $j < i$ ,  $|S_1^j(P)| = |S_2^j(P)|$ .

## DEFINICIÓN 9

Decimos que  $S_1$  es inclusión-preferido a  $S_2$  (denotado por  $S_1 \succ_j S_2$ ) si y solo si existe una  $k$  tal que  $S_2^k(P) \subset S_1^k(P)$  y para toda  $j < k$  se cumple que  $S_1^j(P) = S_2^j(P)$ .

## DEFINICIÓN 10

Decimos que  $S_1$  es Pareto-preferido a  $S_2$  (denotado por  $S_1 \succ_n S_2$ ) si y sólo si existe  $r \in P$  tal que  $\text{deg}_{S_1}(r) < \text{deg}_{S_2}(r)$  y para ninguna  $r' \in P$ ,  $\text{deg}_{S_1}(r') > \text{deg}_{S_2}(r')$ .

Ejemplo 3. Supongamos que quiere adquirir un automóvil de agencia, el cual puede ser un carro, una camioneta o una *pick-up*. Además, supongamos que puede escoger entre transmisión automática y transmisión estándar. Aquí se presentan las preferencias entre las distintas opciones.

- $r_1$ : carro  $\bar{\times}$  camioneta  $\bar{\times}$  pick-up.
- $r_2$ : estándar  $\bar{\times}$  automático.
- $r_3$ : automático  $\leftarrow$  pick-up.

Donde la regla número tres nos dice que si nuestra elección es una pickup, entonces la queremos automática.

carro estándar automático $\leftarrow$ pick-up	camioneta $\leftarrow \neg$ carro estándar automático $\leftarrow$ pick-up	pick-up $\leftarrow \neg$ carro, camioneta estándar automático $\leftarrow$ pick-up
carro automático $\leftarrow \neg$ estandar automático $\leftarrow$ pick-up	camioneta $\leftarrow \neg$ carro automático $\leftarrow \neg$ estandar automático $\leftarrow$ pick-up	pick-up $\leftarrow \neg$ carro, $\leftarrow \neg$ camioneta automático $\leftarrow \neg$ estandar automático $\leftarrow$ pick-up

Como  $r_1$  tiene tres opciones y  $r_2$  tiene dos, por tanto, resultan seis programas separados.

Utilizando un solver DLV, encontramos que existen seis distintos answer sets, que son los siguientes:

- $S_1 = \{\text{carro, estándar}\}; S_2 = \{\text{camioneta, estándar}\}$
- $S_3 = \{\text{carro, automático}\}; S_4 = \{\text{camioneta, automático}\}$
- $S_5 = \{\text{troca, automático}\}; S_6 = \{\text{pick-up, estándar, automático}\}$

De acuerdo a la Definición 7, la siguiente tabla nos muestra el grado de satisfacción para cada regla según cada answer set.

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$
$r_1$	1	2	1	2	3	3
$r_2$	1	1	2	2	2	1
$r_3$	1	1	1	1	1	1

Ahora analicemos cuál answer set es el preferido, utilizando los tres criterios definidos anteriormente. Mostramos los conjuntos con  $S_j^i(P)$  con  $1 \leq i, j \leq 5$ .

- $S_1^1(P) = \{r_1, r_2, r_3\}; S_1^2(P) = \emptyset; S_1^3(P) = \emptyset.$
- $S_2^1(P) = \{r_2, r_3\}; S_2^2(P) = \{r_1\}; S_2^3(P) = \emptyset.$
- $S_3^1(P) = \{r_1, r_3\}; S_3^2(P) = \{r_2\}; S_3^3(P) = \emptyset.$
- $S_4^1(P) = \{r_3\}; S_4^2(P) = \{r_1, r_2\}; S_4^3(P) = \emptyset.$
- $S_5^1(P) = \{r_3\}; S_5^2(P) = \{r_2\}; S_5^3(P) = \{r_1\}.$
- $S_6^1(P) = \{r_2, r_3\}; S_6^2(P) = \emptyset; S_6^3(P) = \{r_1\}.$

Así, tenemos que  $|S_1^1(P)| > |S_j^1(P)|$  para toda  $2 \leq j \leq 5$ . Esto nos indica que  $S_1 >_c S_j$ . Similarmente, tenemos que  $S_j^1(P) \subset S_1^1(P)$ , por lo tanto  $S_1 >_i S_j$ . Finalmente, tenemos que  $\deg_{S_1}(r_1) < \deg_{S_j}(r_1)$  con y además, se cumple que con Por lo tanto, se cumple el criterio de Pareto y así . De acuerdo a estos tres criterios, concluimos que es nuestro answer set preferente.

Ahora suponga que al llegar a la agencia, nos informan que no tienen disponibles carros estándar, esto se traduce a agregar la siguiente regla a nuestro programa:

$r_4: \sim \text{estándar} \leftarrow \text{carro}$ .

Esto nos elimina  $S_1$  y  $S_2$  de la lista de answer sets y además nos agrega uno nuevo  $S_1 = \{\text{carro, automático, } \sim \text{estándar}\}$ . Al no ser  $S_1$  un answer set del nuevo programa,  $S_2$  y  $S_7$  son los answer sets candidatos a ser preferentes, pero si analizamos los criterios, ninguno de los tres aplica para distinguir cuál de los dos es preferible. La pregunta aquí es ¿qué otro criterio puede utilizarse para elegir entre estos dos answer sets?

## RESULTADOS PRELIMINARES

Como se puede observar en el ejemplo 3, los tres criterios que presentamos en este trabajo resultan útiles en unos casos, pero existen otros en donde nos son suficientes, como al agregar la restricción  $r_4$  al programa. Aun así, hemos confirmado que la semántica en answer sets es una herramienta útil para modelar sesgos y restricciones.

## CONCLUSIÓN

La solución de los problemas donde intervienen preferencias puede resultar difícil de encontrar sin las herramientas adecuadas. Como acabamos de ilustrar en el ejemplo 3, el modelado en answer sets resulta una opción viable para la resolución de este tipo de problemas. Además, con esta misma teoría pueden abordarse problemas más complejos donde intervengan un número significativamente mayor de reglas y de opciones. Por otro lado, es importante continuar la investigación para resolver las cuestiones donde los criterios de elección del answer set preferente lleguen a fallar, lo que nos lleva a proponer una extensión al lenguaje actual de preferencias con disyunción ordenada.

## REFERENCIAS

- Banbara, M., Takehide, S., & Tamura, N. (2013). Answer Set Programming as a Modeling Language for Course Timetabling. *Theory and Practice of Logic Programming*.
- Brewka, G. (2002). Logic Programming with Ordered Disjunction. *American Association for Artificial Intelligent*, 6.
- Brewka, G., Benferhat, S., & Le Berre, D. (2002). Qualitative Choice Logic. *Elsevier*, 203-237.
- De Clercq, S., Bauters, K., Schockaert, S., De Cock, M., & Nowé, A. (2014). Using Answer Set Programming for Solving Boolean Games. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)*.
- Gelfond, M., & Lifschitz, V. (1991). Classical Negation in Logic Programs and Disjunctive Database. *New Generation Computing*, 1-21.
- Niemela, I., Syrjanen, T., & Brewka, G. (2002). Implementing Order Disjunction Using Answer Set Solver for Normal Programs, 13.
- Schaub, T., Anger, C., & *et. al.* (s. f.). A Glimpse of Answer Set Programming.

# RECOMENDACIONES PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA POTABLE EN CIUDAD CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA, MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Yadira Iveth Ibarra Pérez  
yadiraibarraperez@gmail.com

**Tutor:** Luis Carlos Alatorre Cejudo, luis.alatorre@uacj.mx

División Multidisciplinaria de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en Ciudad Cuauhtémoc

## RESUMEN

Se realizó un diagnóstico sobre las condiciones del funcionamiento hidráulico de la red de agua potable de la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua. El trabajo de campo incluyó un muestreo aleatorio de presión ( $\text{kg cm}^{-2}$ ) de suministro, volumen entregado y medido por el organismo operador, y a su vez datos para caracterizar las condiciones de las cajas de válvulas. Estos datos fueron georreferenciados y posteriormente se procedió a aplicar métodos de interpolación geoestadísticos obteniendo la distribución espacial de las presiones registradas en la red de agua potable, y la identificación de sectores en donde el organismo operador cuenta con ineficiencias en el volumen que entrega contra lo que factura. Finalmente, se observaron las condiciones con las que operan actualmente las cajas de válvulas mediante un visualizador web. Demostrando

la potencialidad de los sistemas de información geográficos para mejorar las condiciones de la red de agua potable.

Palabras claves: red de agua potable, eficiencia, Cuauhtémoc.

## **INTRODUCCIÓN**

La eficiencia para abastecer de agua potable a una región se define como la capacidad de extraer, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua de una manera eficiente, y a su vez, que el servicio sea continuo y de gran calidad (ANEAS, 2008). Ahora bien, la eficiencia de una red de agua potable se determina evaluando tres diferentes enfoques: *i)* ingeniería de producción y distribución, conocida como eficiencia física; *ii)* de comercialización del servicio, determinada mediante la eficiencia comercial; y *iii)* de desarrollo institucional, vinculada con la eficiencia administrativa. En las últimas décadas, la Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua registró un crecimiento de 33.5 %, consolidándose como la ciudad más importante en la Región Occidente del estado de Chihuahua, lo cual ha incrementado la demanda de agua potable para todos sus usos (DPEDC, 2011).

## **JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la ciudad ya presenta problemas que perjudican a la población, como la presión baja y fugas continuas en ciertos sectores de la ciudad; por lo que un diagnóstico oportuno ayudará a mejorar la eficiencia en el abastecimiento del vital líquido.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar las condiciones de funcionamiento hidráulico y de operación actuales de la red de agua potable de la ciudad de Cuauhtémoc, y un análisis de correlación con el índice de marginación poblacional. Los objetivos específicos son los siguientes: *i)* Análisis espacial de las presiones de suministro en tomas domésticas y comerciales; *ii)* Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador; *iii)* Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas; *iv)* Visualizador web de las condiciones de las cajas de válvulas.



Se utilizaron 293 puntos aleatorios de muestreo en tomas domésticas y comerciales distribuidos de forma regular en toda la ciudad Cuauhtémoc para determinar las condiciones de presión de suministro con que opera la red de agua potable. Para esto se localizaron domicilios que contarán con una llave de jardín accesible. La medición se obtuvo con un manómetro de presión con una escala de valores en  $\text{kg cm}^{-2}$ . Para georreferenciar los datos, se optó por utilizar el programa libre Google Earth (Google, 2015), obteniendo la localización de cada punto de muestreo. Posteriormente se realizó una interpolación mediante el módulo geoestadístico de distancia inversa ponderada o IDW, por sus siglas en inglés (ArcGIS, 2012).

- Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador

Para determinar el grado de eficiencia entre el volumen entregado y el medido por el organismo operador (OO), se realizó un muestreo en zonas aleatorias de la ciudad. Cabe aclarar que se consideró un error del  $\pm 15\%$  (1.5 por cada 10 lts) de acuerdo a las especificaciones del aforador. Estos datos puntuales se georreferenciaron mediante el mismo procedimiento de los puntos de presión. Una vez realizada la georreferenciación se procedió a determinar mediante polígonos de Thiessen, el cual determina el área de contribución o de influencia en base a la localización de los puntos muestreados (ArcGis, 2015). Una vez ya obtenidos los datos se realizó una clasificación en: *i*) cobro igual al consumo; *ii*) cobro superior al consumo; y finalmente *iii*) cobro inferior al consumo.

- Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas.

En este caso se levantaron 379 puntos, los cuales hacen referencia a la ubicación de las cajas de válvulas en la traza urbana de Ciudad Cuauhtémoc, georeferenciándose de la misma manera que los anteriores. Se determinaron las zonas de influencia de cada una de las condiciones de las cajas de válvulas mediante el método de polígonos de Thiessen, mencionada en el apartado anterior.

- Visualizador Web.

Una manera más didáctica de visualizar información geográfica es por medio de plataformas web, éstas son llamadas comúnmente como Web Mapping e integran la información geográfica en servidores locales, los cuales pueden ser de servicios públicos o

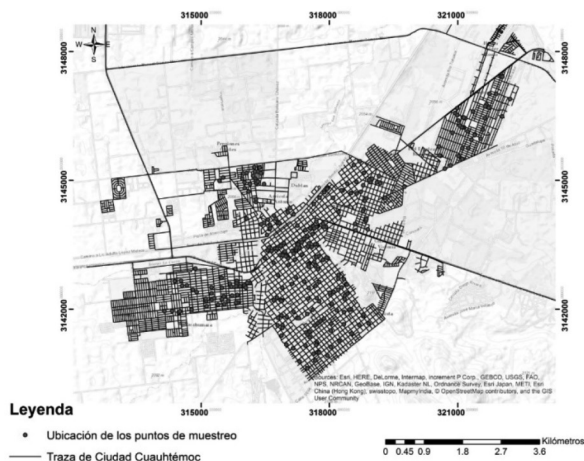


privados (OSGeo-es, 2014). Para este proyecto se está empleando el *software* libre Google Earth™ (GE), en donde se ubicaron las cajas de válvulas para el año 2014, información respectiva del objeto, así como fotos de su localización en la ciudad de Cuauhtémoc.

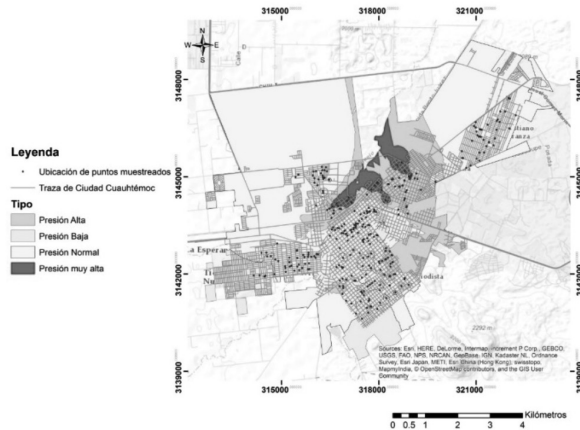
## RESULTADOS

### Análisis espacial de las presiones de suministro en tomas domésticas y comerciales

Como resultado de la georreferenciación de los puntos de muestreo de presión de suministro se obtuvo la distribución espacial de los 293 puntos sobre el área urbana de ciudad Cuauhtémoc (figura 2). Se realizó una reclasificación del resultado de interpolación con IDW, utilizando los siguientes rangos propuestos por el Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA, 2014): *i*) presión baja, de 0 a 1.5 kg cm<sup>-2</sup>; *ii*) presión normal, de 1.5 a 3.0 kg cm<sup>-2</sup>; *iii*) presión alta, de 3.0 a 4.5 kg cm<sup>-2</sup>; y, *iv*) presión muy alta, mayor a 4.5 kg cm<sup>-2</sup>. La distribución espacial de esta reclasificación de los valores se observa en la figura 3. Se obtuvo que aproximadamente el 70% de la ciudad opera bajo condiciones normales (en color verde), el 9.6% presenta bajas presiones (distinguidas por un color rosa), las cuales se localizan de forma aislada al sur y suroeste de la ciudad, lo cual puede conducir a un desabasto en casas de dos plantas o mala calidad del servicio de suministro.



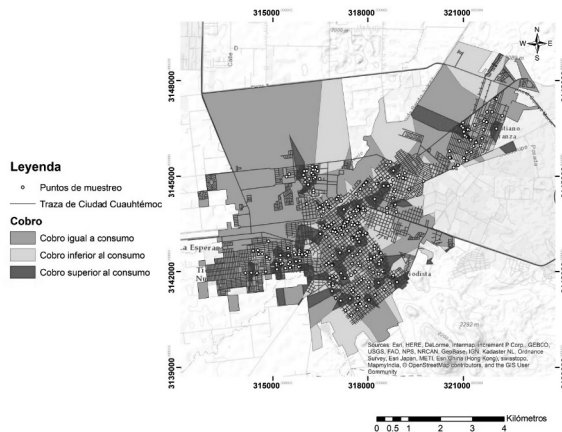
**Figura 2.** Ubicación de los puntos de muestreos de la presión de suministro en la red de agua potable en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua.



**Figura 3.** Clasificación de interpolación de los datos puntuales de presión de suministro en la red de agua potable de Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, mediante el método IDW.

### **Determinación del grado de eficiencia entre el volumen entregado y medido por el organismo operador**

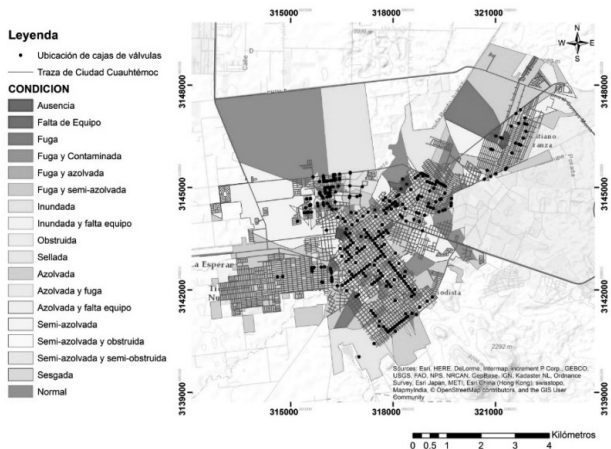
Se obtuvo la distribución espacial de los 293 puntos cubriendo el área urbana de Ciudad Cuauhtémoc satisfactoriamente (figura 2). El resultado de la creación de los polígonos de Thiessen, mediante la clasificación de los valores de volumen entregado y medido en la red de agua potable, se puede observar en la figura 4. Este resultado muestra que del área total urbana (5260.07 has), se encontró que el 61.66% se encuentra en un rango estable; mientras que en el 27.77% se cobra menos de lo que se consume, y finalmente en el 10.56% se cobra más de lo que se consume.



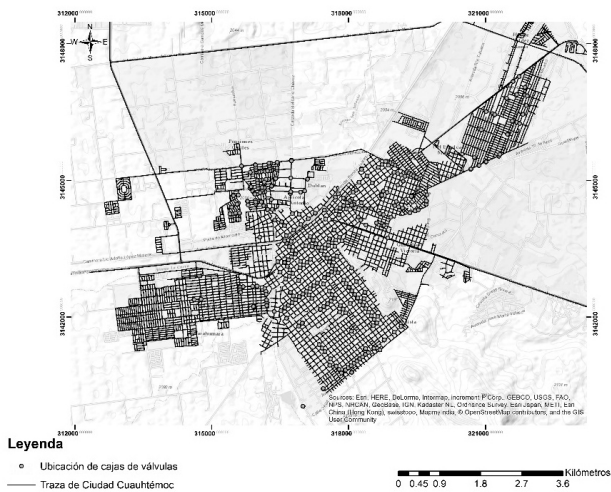
**Figura 4.** Clasificación de los puntos de muestreos de volumen entregado y medido en la red de agua potable en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua.

### **Análisis de las condiciones actuales con que operan las cajas de válvulas.**

Al realizar la georreferenciación de las localizaciones de las cajas de válvulas, se han obtenido 379 registros, cubriendo la totalidad del área (figura 5). El resultado de la creación de los polígonos de Thiessen para determinar el área de influencia de cada una de las cajas de válvulas y su respectiva clasificación de acuerdo a sus condiciones se observan en la figura 6. Del área total urbana se registraron distintas categorías referentes a las condiciones de las cajas de válvulas, entre ellas las más registradas fueron: azolvada con 37.92%, inundada con 9.94%, normal con 19.46%, sellada con 7.97%, y semi-azolvada con un área de 17.21%.



**Figura 5.** Clasificación de las condiciones de las cajas de válvulas en Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua.



**Figura 6.** Ubicación de los puntos de muestreo de las condiciones de las cajas de válvulas en la red de agua potable en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua.

## VISUALIZADOR WEB

Finalmente y para demostrar la utilidad de presentar los resultados en una ambiente amigable y dinámico para los usuarios, se decidió hacer un visualizador web implementado con el software Google Earth (véase figura 7).



**Figura 7.** Visualizador web de las condiciones de las cajas de válvulas.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a lo publicado en las investigaciones realizadas por Díaz-Padilla (2011) y Verbist K. (2010), se menciona que una gran parte del norte y noroeste de México ha sido afectado por fenómenos de sequías prolongadas. Aunado a esto, el estado de Chihuahua tiene una precipitación pluvial anual que oscila entre 250 y 500 mm (Conagua, 2008). En el caso de la ciudad de Cuauhtémoc, que cuenta con un clima semiseco templado, el desarrollo no planificado de la agricultura y la obsolescencia de algunos sistemas de riego han incrementado la demanda de agua en regiones rurales, con lo cual se agudiza la competencia por el recurso hídrico necesario para uso público urbano (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2004).

## CONCLUSIÓN

El grado de eficiencia que se determinó entre el volumen entregado y medido por el organismo operador, muestra que si bien hay zonas en donde el cobro es correcto, existen otras en donde hay problemas ya que se cobra más de lo que se utiliza, u otras zonas en donde se cobra menos de lo que en realidad se consume. La caja de válvulas es la estructura hidráulica complementaria donde se ubican válvulas de control o para la operación de válvulas de seccionamiento tipo mariposa o compuerta, necesarias para la operación de una red de agua potable o de agua tratada (SOAPAP, 2014). Por lo que mantenerlas en el estado adecuado es de suma importancia para abastecer a la ciudad de agua potable y desperdiciar lo menos posible este vital recurso. El visualizador web que se creó en este proyecto no es de uso público ya que no es pertinente que la información que se generó sea de acceso libre.

## RECOMENDACIONES

En general, creemos que las recomendaciones más apropiadas en el área de estudio para atender de una forma integral el problema abordado en esta investigación, se pueden resumir en estas acciones: **1)** Fomentar la inversión gubernamental en el manejo, distribución y saneamiento del agua; **2)** aplicar tarifas justas para todos los usuarios del agua (agricultores, industria, urbano, etcétera), para que los organismos operadores sean económicamente autosuficientes; **3)** incrementar el uso de aguas tratadas con tratamientos de segundo orden, para riego agrícola y actividades recreativas antes de verterlas a los cuerpos de agua (ríos, lagos, etcétera); **4)** incrementar la tecnología y tecnificación de sistemas de riego agrícola; **5)** balance entre la extracción y recarga del acuífero; **6)** conservar áreas verdes y bosques; **7)** mantener, renovar y reparar la infraestructura de la red de distribución de agua potable en Ciudad Cuauhtémoc; **8)** desarrollar la cultura en la población y en la clase política para impulsar proyectos que incidan realmente en la mejora en las condiciones en el manejo del agua; **9)** contratar especialistas en las distintas instancias gubernamentales capaces técnicamente y metodológicamente para abordar esta problemática.

## REFERENCIAS

- ANEAS. (2008). El agua potable. D.F., México.
- ArcGIS (2012). Cómo funciona IDW. <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000075000000> (acceso 10 de septiembre del 2015).
- ArcGIS (2015). Crear polígonos de Thiessen. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/analysis/create-thiessen-polygons.htm> (acceso 16 de febrero de 2015),
- Conagua. (2008). Estadísticas del agua en México 2008. [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/E AM\\_2008.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/E AM_2008.pdf) (acceso 23 de marzo de 2013).
- Díaz-Padilla, G. (2011). Mapeo del índice de aridez y su distribución poblacional en México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. XVII, pp. 267-275.
- Dirección de Planeación Evaluación y Desarrollo del Estado de Chihuahua (DPEDC) (2011). Programa Sectorial de Salud [archivo PDF]. Recuperado de <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sf/uploads/indtfisc/progser2010-2016/programa-sectorialsalud.pdf>
- Enríquez Venzor, J. C., Alatorre Cejudo, L. C., Wiebe Quintana, L., Amado Álvarez, J., Gutiérrez Ramos, C. A. & Alarcón Cabanero, J. C. (2014). Balance entre el gasto de agua para uso doméstico y producción de manzana en Cuauhtémoc, Chihuahua mediante fotointerpretación. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2004). Plan estatal de desarrollo 2004-2010, agua. Recuperado de <http://bva.colech.edu.mx/xmlui/handle/1/1024>
- Hernández, V. (2014). Estudio de incremento de la eficiencia física, hidráulica y energética en el sistema de agua potable del municipio de Cuauhtémoc en el estado de Chihuahua. SGAP-OCRB-UACJ-CHIH-13-APAZU-001-RF-CC.
- Inegi (2010). Información nacional. Por entidad federativa y municipios, México, <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=8> (acceso 28 de agosto de 2015).
- Inegi (2011). Panorama sociodemográfico de Chihuahua. Inegi, México
- OSGeo-es (2014). Web Mapping. <http://panorama-sig-libre.readthedocs.io/es/latest/webmapping/>

- SIAPA (2014). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Sistemas de Control y Monitoreo, SIAPA, pp. 7-20.
- SOAPAP (2014). Normas y lineamientos técnicos para las instalaciones de agua potable, agua tratada, drenaje sanitario y drenaje pluvial de los fraccionamientos condominios y nuevas construcciones con servicio del SOAPAP en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla y Zona Conurbada de su competencia. Puebla, Puebla.
- Verbist, K. S. F. (2010). Atlas de Zonas Áridas de América Latina y El Caribe. Recuperado de CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC.



# ESTUDIO DE GENERACIÓN DE SEGUNDO ARMÓNICO EN POLVOS DE OBTENIDOS POR MÉTODO HÍBRIDO

Isis María Cota Martínez

Ingeniería Mecatrónica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, al120741@alumnos.uacj.mx

**Tutores:** José Rurik Farías Mancilla (UACJ), Jorge Alejandro Reyes Esqueda (IFUNAM)

## RESUMEN

En esta investigación se estudia la respuesta de Generación de Segundo Armónico (GSA) en muestras de polvos de Niobato de Litio ( $\text{LiNbO}_3$ ). Dichos polvos fueron obtenidos mediante una técnica híbrida descrita en una investigación previa, [1] en la cual las variables fueron el medio (en seco o con  $\text{H}_2\text{O}$ ) y el tiempo de molienda de los precursores, así como el tipo de ácido utilizado para la síntesis química. Para estudiar la respuesta de GSA se utilizó un arreglo experimental donde la muestra a estudiar es colocada dentro de una esfera integradora conectada a un espectrofotómetro, la muestra dentro de la esfera es excitada por luz coherente infrarroja (1064 nm de longitud de onda).

El principal resultado de este estudio es que todas las muestras generan segundo armónico con diferentes intensidades, la muestra que presenta mayor respuesta es la obtenida con tiempo de molienda de 90 minutos en seco y sin presencia de ácido.

Palabras clave: Segundo armónico, nanocristales, láser.

## INTRODUCCIÓN

La GSA es un proceso óptico no lineal en el cual la luz que incide en un medio se ve alterada debido a su especial interacción con la materia, dando lugar a una respuesta óptica con el doble de frecuencia respecto a la luz incidente. Dicho de otra manera, es el proceso en el cual dos fotones de una onda incidente con frecuencia  $\omega$  se combinan de manera eficiente tal que se crea espontáneamente un fotón con frecuencia  $2\omega$  [2]. Desde el punto de vista clásico la GSA se explica a partir de la polarización no lineal de segundo orden  $P^{(2)}(t)$  de un medio cuando dos ondas de luz con magnitudes de campo eléctrico asociados  $E_1$  y  $E_2$  frecuencias  $\omega_1$  y  $\omega_2$  respectivamente, se propagan sobre el mismo camino óptico en el medio. La siguiente expresión describe esta polarización:

$$\begin{aligned} \tilde{P}^{(2)}(t) = & \epsilon_0 \chi^{(2)} [E_1^2 e^{-i2\omega_1 t} + E_2^2 e^{-i2\omega_2 t} + 2E_1 E_2 e^{-i(\omega_1 + \omega_2)t} + \\ & 2E_1 E_2^* e^{-i(\omega_1 - \omega_2)t} + c.c.] + 2 \epsilon_0 \chi^{(2)} [E_1 E_1^* + E_2 E_2^*] \end{aligned} \quad (1.1)$$

Donde  $\epsilon_0$  es la permitividad eléctrica del vacío,  $\chi^{(2)}$  es el tensor de susceptibilidad eléctrica de segundo orden, los términos cuyos argumentos son  $2\omega$  están asociados a la generación de segundo armónico, mientras que los términos donde las frecuencias se suman o restan, se asocian a otros procesos ópticos no lineales. El fenómeno de GSA es uno de los procesos ópticos más estudiados en materiales en bulto. Así mismo, es el más utilizado en aplicaciones tecnológicas, especialmente en fabricación de sistemas láser modernos, así como en el diseño de dispositivos opto-electrónicos [3].

El niobato de litio es un material cerámico piroeléctrico, piezoeléctrico y ferroléctrico que presenta buenas propiedades ópticas no lineales, es utilizado en diversas aplicaciones como moduladores ópticos, generadores de segundo armónico, filtros de ondas acústicas superficiales, entre otras. La mayor parte de estas aplicaciones se usan materiales monocristalinos en bulto, sin embargo, en la actualidad también se aplican en forma de películas delgadas y polvos de tamaño micrométrico y nanométrico [4].

## JUSTIFICACIÓN

La siguiente es una investigación científica de carácter experimental cuyo objetivo principal es la caracterización de la respuesta de GSA en polvos cristalinos de  $\text{LiNbO}_3$  (LN).

En la actualidad este material ha sido estudiado en bulto y se le atribuyen diversas propiedades físicas y químicas de relevancia comercial e industrial [5], como la genera-

ción de segundo armónico que en este caso depende directamente del cuadrado de la intensidad de la luz de excitación y del cuadrado del espesor de la muestra (distancia en la que interacciona la luz con la muestra) como se observa en la siguiente ecuación:

$$I^{(2\omega)} = \frac{\omega^2 L^2}{8\epsilon_0 c^3 n^{(2\omega)} (n^{(\omega)})^2} |\chi^{(2)}|^2 (I^{(\omega)})^2 \left( \frac{\text{sen} \frac{\Delta k l}{2}}{\frac{\Delta k l}{2}} \right)^2 \quad (2.1)$$

Sin embargo, hay que mencionar que entre mayor es la distancia de interacción mayor es la absorción óptica del material, por lo que existe un espesor óptimo para obtener la mejor respuesta de GSA.

Ahora bien, el estudio propuesto para el caso de partículas de tamaño micro y nanométrico de  $\text{LiNbO}_3$  es novedoso debido a la alta respuesta de GSA obtenida en sistemas de polvos con orientación aleatoria y alta dispersión [6, 7, 8], en este caso el proceso de absorción óptica es despreciable por el tamaño de las partículas. Esto originara nuevas aplicaciones de los polvos en ingeniería médica como lo son los biomarcadores, así como en óptica no lineal en la creación de nuevos láseres de tamaños más pequeños.

## METODOLOGÍA

Se analizaron un total de 24 muestras las cuales fueron obtenidas en una investigación previa [1] siguiendo los parámetros de la tabla 1.

Para realizar las mediciones, cada muestra es preparada individualmente controlando su grosor con la ayuda de una hoja delgada de mica de 20 micras de espesor, a la cual se le hizo un orificio de 6 mm de diámetro. En todos los casos, se utiliza una cantidad estándar de polvo determinada llenando un mismo volumen de polvo en un soporte de muestra para TEM. Dicha cantidad es vertida sobre el portaobjetos, dentro del orificio de la hoja de mica, posteriormente se distribuye sobre esta área circular y se comprime con otro portaobjetos. Se retira la hoja de mica, dando como resultado una pastilla de polvo compactado, con dimensiones de 6 mm de diámetro y 20  $\mu\text{m}$  de ancho, como se puede observar en la figura 1.

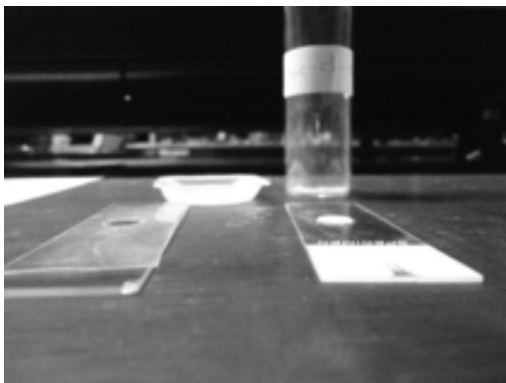
Tipo de molienda	Ácido utilizado en la síntesis química	Tiempos de molienda			
Con agua	Ácido Oxátrico	360	270	180	90
	Ácido Cítrico	360	270	180	90
	Sin Ácido	360	270	180	90
Seco	Ácido Oxátrico	360	270	180	90
	Ácido Cítrico	360	270	180	90
	Sin Ácido	360	270	180	90

**Tabla 1.** Parámetros de muestras realizadas por método híbrido

Una vez dispuesta la pastilla, se coloca el portaobjetos dentro de una esfera integradora (como se muestra en la figura 2), de manera que se colecta toda la luz convertida, es decir, la luz reflejada más la luz transmitida.

El arreglo experimental es vertical, de manera que la excitación incide por la parte superior de la esfera y la muestra se introduce a la esfera por un costado de la misma. Así, la onda fundamental incide directamente sobre el polvo, tal como se ilustra en la figura 3.

El área de excitación se fijó con un diafragma circular con una apertura de 4 mm colocado sobre la parte superior de la esfera. Se utilizaron potencias de excitación de tal manera que con esta área de excitación efectiva, se tuviesen *irradiancias* (potencia/área) en múltiplos de  $10 \text{ Wm}^{-2}$ , a cada muestra se le realizaron pruebas con las potencias 10 potencias distintas del láser infrarrojo, las cuales son mencionadas en la tabla 2.



**Figura 1.** Preparado de muestra  $\text{LiNbO}_3$

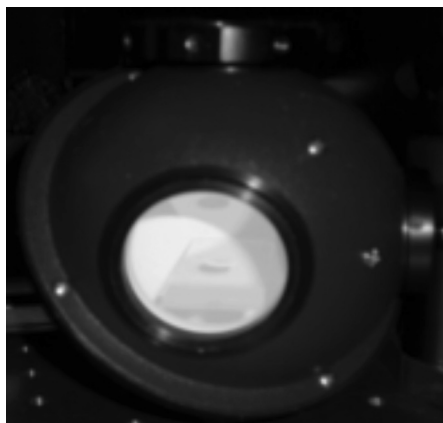


Figura 2. LiNbO<sub>3</sub> dentro de esfera integradora

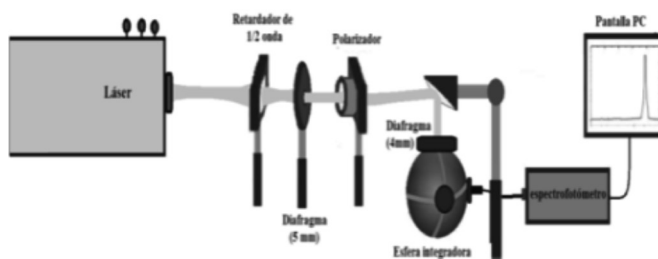


Figura 3. Arreglo experimental

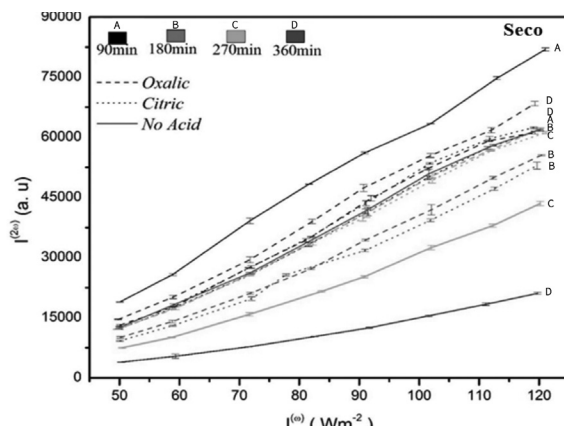
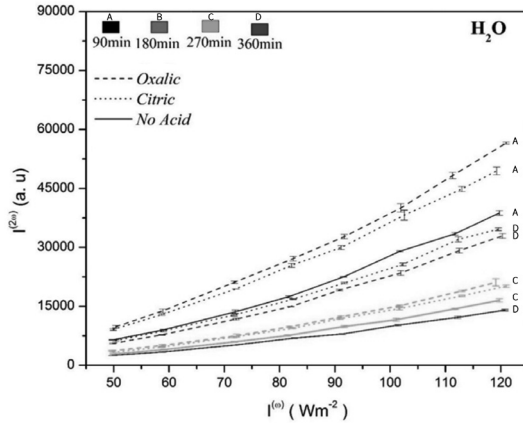


Figura 4. Caracterización GSA en muestras de LiNbO<sub>2</sub>, obtenidas con molienda en seco.



**Figura 5.** Caracterización de GSA en muestras de  $\text{LiNbO}_3$  obtenidas con molienda en  $\text{H}_2\text{O}$ .



**Figura 6.** Respuesta de GSA en polvos de  $\text{LiNbO}_3$ .

## RESULTADOS

En las figuras 4 y 5 se muestra la respuesta en intensidad de la generación de segundo armónico en función de la intensidad del haz de excitación de acuerdo al método descrito en la sección anterior.

En la gráfica 4 se presentan los resultados obtenidos para el caso de molienda en medio seco, se observa que los polvos que tienen mejor respuesta de GSA son 90 minutos sin presencia de ácido, 360 minutos con ácido oxálico y 360 minutos con ácido cítrico. Es importante resaltar que en este caso los especímenes que exhiben una mejor

respuesta tienden a seguir un comportamiento lineal, mientras que aquellas con menor respuesta, el comportamiento es cuadrático, por lo que sigue, una tendencia similar al material en bulto y descrita por la ecuación 2.1, esto hace suponer que el tamaño de las partículas debe de incrementarse para estas muestras.

De acuerdo a la ecuación 2.1, la GSA depende tanto de la intensidad de la luz de excitación como del espesor de la muestra, presentando un comportamiento de tipo cuadrático. Sin embargo, en el caso de las moliendas realizadas en seco se tiene un comportamiento lineal para aquellas que presentan la mayor generación de armónico y conforme la respuesta disminuye, los resultados comienzan a comportarse cuadráticamente.

**Tabla 2.** Potencias utilizadas para excitar las muestras

Potencia	Rango (mJ)
1	0.5465 - 0.5473
2	0.6443 - 0.6458
3	0.7865 - 0.7872
4	0.8966 - 0.9009
5	0.9958 - 0.9970
6	1.113 - 1.118
7	1.227 - 1.235
8	1.308 - 1.322
9	1.409 - 1.420
10	1.525 - 1.541

En la figura 5 tenemos las muestras elaboradas por mecanoactivación en presencia de H<sub>2</sub>O. En dicha gráfica apreciamos que en todos los casos se obtiene un comportamiento de segundo orden (cuadrático), que obedece a la ecuación de la intensidad de la generación de segundo armónico presentada en la sección 2. De igual manera notamos que en comparación a las moliendas en seco, los especímenes realizados en medio húmedo tienen una menor respuesta de GSA.

Se pudo notar que para todos los casos, sin importar el método de obtención, la respuesta de segundo armónico aumenta en función a la intensidad del haz de excitación como era de esperar. Es importante mencionar que todos los polvos analizados, en distinta proporción para cada caso particular, son capaces de doblar la frecuencia de la luz infrarroja incidida sobre ella. Dicho fenómeno es comprobable de manera visual, ya que

los polvos excitados con infrarrojo generan luz en el espectro visible, como se muestra en la figura 6.

## CONCLUSIONES

Aun cuando en un principio se esperaba que las muestras con estructura más estequiométrica (molienda en seco a 270 min) tuvieran mayor GSA, el estudio reveló que las mejores respuestas fueron en los polvos mecanoactivados a bajos tiempos y donde no se utilizó ácido para la síntesis química, se cree que esta respuesta está relacionada a la dispersión por el tamaño de cristalita, así como la orientación de los planos cristalográficos.

El niobato de litio en bulto ha demostrado ser un material muy versátil al cual se le atribuyen gran cantidad de propiedades, sin embargo, se pudo comprobar que en polvo puede tener características un poco distintas pero igual de fascinantes. Se espera en un futuro seguir con esta línea de investigación y poder aplicar estos materiales para la creación de dispositivos opto electrónicos.

## REFERENCIAS

- [1] De la Torre-Sáenz, K. & Cota-Martínez, I. (2015, octubre 27). *Nuevo enfoque para la síntesis de nano-partículas de Niobato de Litio*. Trabajo presentado en el 3.º Encuentro de Jóvenes Investigadores en el Estado de Chihuahua. Ciudad Juárez, Chihuahua.
- [2] Sánchez-Dena, O. (enero, 2016). *Generación de segundo armónico en nanocristales de niobato de litio: Análisis cuantitativo en términos de la longitud de onda, energía, polarización y área efectiva de excitación* (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- [3] Denev, S., Laummen, T., Barnes, E., Kumar, A. y Gopalan, V. (2011). Probing Ferroelectrics Using Optical Second Harmonic Generation. *Journal of the American Ceramic Society*, 94, 2699-2727.
- [4] Vasconcelos, N., Vasconcelos, J., Bouquet, V., Zanetti, S., Leite, E., Longo, E., Soledade, L., Pontes, F., Guillox-Viry, M., Perrin, A., Bernardi, J., & Varela, J. (2003). Epitaxial growth of LiNbO<sub>3</sub> thin films in a microwave oven. *Thin Solid Films*, 436, 213-219.



- [5] Lisinski, S., Ratke, L., Schaniel, D., Jungk, T., Soergel, E., Boysen, H. & Woike, T. Second-harmonic generation in nanostructured  $\text{LiTaO}_3$  and  $\text{LiNbO}_3$ -xerogels with randomly oriented ferroelectric grains. *Optical Materials*, **32**, 504-509.
- [6] Rogov A., Mugnier Y., & Bonacina L. (2015) Harmonic nanoparticles: noncentrosymmetric metal oxides for nonlinear optics. *Journal of Optics*, **17**, 033001.
- [7] Yeon, J., Shiv Halasyamani, P., & Kityk, I. V. (2008). Nonlinear optical effects in nano-sized ferroelectrics  $\text{Sr}_6\text{Ti}_2\text{Nb}(\text{Ta})_8\text{O}_{30}$ . *Materials Letters*, **62**, 1082-1084.
- [8] Martín-Rodríguez, E., Upendra-Kumar, K., Speghini, A., Piccinelli, F., Nodari, L., Cannas, C., Bettinelli, M., Jaque, D. & García-Solé, J. (2011). Non-linear niobate nanocrystals for two-photon imaging. *Optical Materials*, **33**, 258-266.



**ÁREA 2**

**QUÍMICA  
Y BIOLOGÍA**



**Área:** Química y Biología

**Nombre del docente:** Dra. Florinda Jiménez Vega

**Departamento:** Ciencias Químico-Biológicas

**Instituto:** Instituto de Ciencias Biomédicas

## MENSAJE

Como evaluador fue sorprendente poder sentir la entrega de los concursantes, lo profesional de los trabajos presentados y la seriedad que mostraron dentro de sus participaciones, se pudo apreciar que hay muchos talentos con inclinación al campo científico de la química y biología, fue un claro escenario para el desarrollo de su intelecto, creatividad e innovación, traspasando el umbral teórico y conjuntando todo ese espíritu práctico en busca de la excelencia y la aplicación.

Participantes, siéntanse orgullosos de haber vivido esa experiencia, y nunca se detenga en aprender, busquen lo desconocido, centren su mirada hacia el servicio a la sociedad, aplicando conocimiento y tecnología que les permita escalar cada vez más alto, estoy segura que en un futuro no muy lejano encontraremos a colegas y nuevos maestros anhelando ser generadores del conocimiento, nunca desistan ni dejen de perseguir ese sueño, México, la ciencia, Chihuahua y la UACJ requiere de mexicanos como ustedes, dispuesto a emprender este tipo de viajes y modificar los paradigmas, descubrir tesoros mágicos de conocimiento que nos permitan encontrar nuevos tratamientos, dispositivos, entender rutas metabólicas y su papel biológico en los seres vivos.

¡Enhorabuena! Y que sea el inicio de muchas contribuciones para la ciencia.



# INHIBICIÓN DE LA ENZIMA UREASA MEDIANTE LOS EXTRACTOS METANÓLICOS DE LA RAÍZ DE CHOLLA (*CYLINDROPUNTIA CHOLLA*)

Gabriela Vera García

al113627@alumnos.uacj.mx

Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo

**Asesores:** doctor José Alberto Núñez Gástelum, doctor Ángel Gabriel Díaz Sánchez

## RESUMEN

El presente estudio analizó la raíz de *C. cholla* como posible fuente de sustancias con potencial inhibitorio de la ureasa. *C. cholla* es una cactácea que abunda en las regiones áridas de México, usada para el tratamiento de cálculos renales relacionados a una infección urinaria. La actividad antiureasa se evaluó por espectrofotometría. Utilizando concentraciones del extracto de 0 a 5 mg/ mL. Obteniendo  $IC_{50}$  de 1.9 mg/ mL y una inhibición de tipo acompetitiva.

Palabras clave. Ureasa, *Citrullus vulgaris*, *C. cholla*, cálculos renales, inhibición.

## INTRODUCCIÓN

La ureasa es una enzima que cataliza la hidrólisis de urea a iones de amonio y ácido carbámico. El ácido carbámico producido se descompone en dióxido de carbono y amoníaco. Una elevada actividad de dicha enzima provoca un aumento de la concentración

de los productos, repercutiendo negativamente en la salud (Adil, 2011). Una complicación de importancia clínica, es el favorecer la formación de cálculos de estruvita en el riñón (Maris, 2003), debido a un aumento en el pH de la orina causado por la presencia del amonio. Se han investigado diferentes clases de compuestos con actividades inhibitorias contra la ureasa, entre ellos están: fosforamidatos, ácidos hidroxámicos, ácido bórico, iones de metales pesados, entre otros (Maris, 2003; Cógáin, 2014). Sin embargo, la mayoría de estos compuestos son tóxicos o inestables. Es por eso que el presente estudio buscó analizar la raíz de *C. cholla* como posible fuente de sustancias con potencial inhibitorio de la ureasa. *C. cholla* es una de las especies que ha sido reportada en la medicina tradicional como coadyuvante en tratamientos de padecimientos renales. Desde el punto de vista fitoquímico, no se ha estudiado ampliamente, aunque la raíz de la planta tiene diferentes usos en la etnomedicina como tratamiento de la inflamación, gripe, dolor de estómago e infecciones del tracto urinario (Andrade, 2006).

## JUSTIFICACIÓN

En los últimos años la medicina tradicional ha tenido una gran aceptación, ya que el uso de plantas con fines terapéuticos es más frecuente. De acuerdo con estadísticas de la OMS, 80 % de la población de los países en desarrollo recurren a la etnomedicina (OMS, 2013). En México, al menos el 90 % de la población hace uso de plantas medicinales (Muñeton, 2009). La cantidad de plantas usadas en México bajo bases empíricas, por sus propiedades curativas, asciende a cuatro mil quinientas especies registradas; sin embargo, se estima que solo el 5 % han sido estudiadas (Loraine, 2010).

*C. cholla* es una de las especies que ha sido reportada en la medicina tradicional como coadyuvante en tratamientos de padecimientos renales. Desde el punto de vista fitoquímico, no se ha estudiado ampliamente, aunque la raíz de la planta tiene diferentes usos en la etnomedicina como tratamiento de la inflamación, gripe, dolor de estómago e infecciones del tracto urinario (Andrade, 2006). Sin embargo, hasta el momento no se han reportado investigaciones acerca su posible actividad inhibitoria sobre la ureasa. Es por eso que el presente estudio busca analizar la raíz de *C. cholla* como posible fuente de sustancias con potencial inhibitorio de la ureasa. Los resultados de esta investigación podrían ser de interés para la industria farmacéutica, en el desarrollo de terapias de enfermedades asociadas con la intensa actividad de la ureasa.



# MATERIALES Y MÉTODOS

## EXTRACCIÓN

La raíz se lavó con agua para descartar la tierra. Una vez realizado lo anterior se procedió a depositarla en una bolsa de plástico debidamente etiquetada, para colocarla en el ultracongelador a  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas. Luego las muestras se colocaron en el liofilizador (FreeZone<sup>®</sup>, mod. 6) a  $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 3 días. Enseguida se molieron en una licuadora Hamilton, hasta obtener partículas finas. Los extractos se obtuvieron pesando 10 g de material vegetal por cada 100 mL de metanol (99.8 %, Sigma-Aldrich<sup>®</sup>) al 80 %, esto se sometió a sonicación por 30 minutos, después a centrifugación por 15 minutos a 3000 rpm. El sobrenadante obtenido fue filtrado para rotovaporar (BUCHI<sup>®</sup>, mod. R-3) y eliminar lo más posible el metanol. La muestra se colocó en tubos eppendorf de 50 ml y se guardó en el ultracongelador por 24 horas, para posteriormente liofilizar. La muestra resultante se guardó al vacío y se almacenó a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  para su posterior uso (Packer, 2015).

## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

La ureasa descompone específicamente a la urea produciendo dióxido de carbono y amoníaco, que causa el aumento del pH del medio, provocando el viraje del indicador rojo de fenol.

Primero se realizó una curva de calibración como sigue. Las mezclas de ensayo se prepararon en una placa de microtitulación (CONSTAR<sup>®</sup>) de 96 pocillos de 300  $\mu\text{L}$ . Distintas concentraciones de urea (0-35Mm) se pusieron en contacto con 150  $\mu\text{L}$  de medio de reacción (MES 1 mM, NaCl 100 mM y rojo de fenol 32  $\mu\text{M}$  a pH 6.8), 10  $\mu\text{L}$  de la solución de ureasa llevando con agua a un volumen final de 300  $\mu\text{L}$ , se leyó la absorbancia en el lector de microplacas (BGM LABTECH) con detector uv-visible integrado, a 558 nm. Para la curva de inhibición se utilizaron las mismas condiciones del medio de reacción con una concentración constante de urea (2 mM), un volumen constante de la enzima (3  $\mu\text{L}$ ) y diferentes concentraciones del extracto (0 a 5 mg/mL).

# RESULTADOS

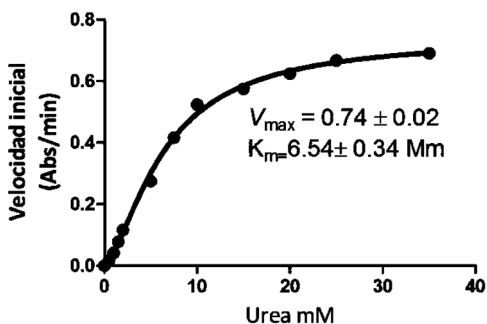
## EXTRACCIÓN

El extracto metanólico presentó una coloración amarillenta con un rendimiento de extracción de  $1.87 \pm 0.02$  %. El porcentaje de rendimiento del extracto (% RE) se calculó con la siguiente expresión:

$$\%RE = \frac{\text{Peso del extracto}}{\text{Peso inicial de la muestra}} \times 100$$

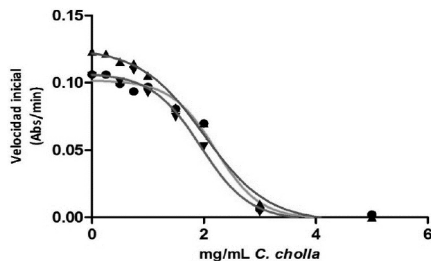
## EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

La cinética enzimática mostró una  $K_m$  de 6.54 y una  $V_{max}$  de  $0.74 \pm 0.02$ . Se puede observar que la enzima presenta un comportamiento enzimático de tipo Michaeliano.



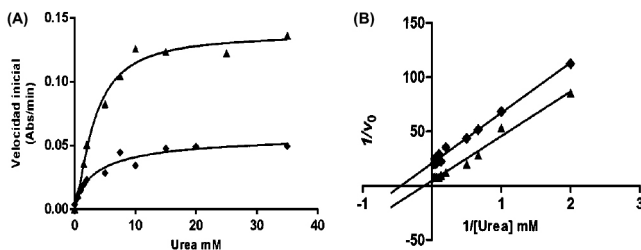
**Figura 1.** Efecto de la concentración de sustrato sobre la actividad enzimática de *Citrullus vulgaris*

En la figura 2 se muestra la curva de inhibición del extracto metanólico con una concentración de urea constante (2 mM), frente a diferentes concentraciones del extracto metanólico de *Cylindropuntia cholla*, estas van de 0 a 5 mg/mL. Obteniendo una  $IC_{50}$  de  $2.04 \pm 0.08$  mg/mL.



**Figura 2.** Curva de inhibición.

Para conocer el tipo de inhibición causada por el extracto se realizaron cinéticas enzimáticas con concentraciones crecientes de urea, en ausencia, y presencia del extracto (concentración fija 2mg/mL), como se observa en la figura 3A. Los valores de las velocidades iniciales mostradas en la figura 3A se graficaron en coordenadas inversas de Lineweaver-Burk (figura 3B). Obteniéndose valores sin el extracto de  $K_m$  y  $V_{max}$  de 3.1 mM y 0.1374, respectivamente. Y con el extracto de 3.8 mM y 0.0594.



**Figura 3.** (A) Efecto de la concentración de sustrato en la actividad de ureasa extraída de semilla de sandía. (B) Lineweaver-Burk doble recíproco. ▲ Sin extracto, ♦ Con extracto.

## DISCUSIÓN

El análisis cinético de inhibición de ureasa por el extracto metanólico de la raíz de *C. cholla* dio lugar a la reducción de los valores de  $V_{max}$  y el aumento de los valores de  $K_m$  (tabla 3). El conjunto de líneas paralelas visto en la gráfica de doble recíproco de la figura 3 sugiere una inhibición acompetitiva, la cual se produce cuando un inhibidor se une a un

complejo enzima-sustrato. Este tipo de inhibición se observa típicamente con enzimas multisustrato, que no es el caso de la ureasa, que tiene como sustrato únicamente a la urea. Sin embargo, algunos inhibidores incompetivos pueden interactuar con una enzima hidrolítica en un sitio normalmente ocupado por el agua catalítica (Todd, 2000). En la estructura de la ureasa cada átomo de níquel está enlazado a una molécula de agua (Carter *et al.*, 2009).

Al realizar la revisión bibliográfica no se encontró información disponible de estudios previos en donde se investigue la actividad antiureasa de *C. cholla*. En investigaciones realizadas en otras plantas (Modolo *et al.*, 2015) la inhibición de la enzima ureasa se da por diferentes compuestos principalmente por alcaloides, antraquinonas, saponinas, glucósidos cardiacos, taninos, glucósidos cianogenéticos y flavonoides, algunos de estos compuestos podrían ser parte de los metabolitos secundarios de la planta utilizada en este estudio, puesto que como lo reporta Colchero (2009) en una especie hermana de *C. cholla*, la raíz de *C. imbricata* dentro del análisis fitoquímico del extracto metanólico, se identificó la presencia de alcaloides, flavonoides, taninos cumarinas, glucosidos cardiacos, compuestos esteroidales y derivados aromáticos asociados a azúcares.

## REFERENCIAS

- Adil, M.; Aslama, S.; Mahmoodb, S.; Shahidc, M.; Saeedb, A. y Iqbala, J. 2011. Synthesis, biological assay in vitro and molecular docking.
- Andrade, C.; Marques, W.; y Zappi, C. 2006. Utilización medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 8(3): 36-42.
- Carter, E. L.; Flugga, N.; Boer, J. L.; Mulrooney, S. B., y Hausinger, R. P. 2009. Interplay of metal ions and urease. *Metallomics: Integrated Biometal Science*, 1(3), 207-221.
- Cógáin, M.; Lieske, J.; Vrtiska, T.; Tosh, P., y Krambeck, A. 2014. Secondarily infected nons-truvite urolithiasis: a prospective evaluation. *Urology*, 84(6): 1295-1300.
- Colchero, A. 2009. Análisis espectroscópico de los compuestos presentes en la raíz de Cholla (*C. imbricata*). Instituto Politécnico Nacional.
- Modolo, Luzia V. *et al.* 2016. An Overview on the Potential of Natural Products as Ureases Inhibitors: A Review. *Journal of Advanced Research* 6(1): 35-44.
- Muñetón, P. 2009 "Plantas medicinales: Un complemento vital para la salud de los mexicanos. Entrevista con el Mtro. Erick Estrada Lugo". *Revista Digital Universitaria*, 10(9).

- Loraine, S. y Mendoza, J. 2010. Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México, 41(4): 18-27.
- Todd, M. y Hausinger, R. 2000. Fluoride inhibition of *Klebsiella aerogenes* urease: mechanistic implications of a pseudo-uncompetitive, slow-binding inhibitor. *Biochemistry*, 39(18): 5389-5396.



**ÁREA 3**

**MEDICINA  
Y SALUD**





**Área 3:** Medicina y salud

**Nombre del docente:** Dra. Alejandra Rodríguez Tadeo

**Departamento:** Ciencias de la salud

**Instituto:** Instituto de Ciencias Biomédicas

## **MENSAJE**

**F**ormar parte de los evaluadores de jóvenes interesados en la investigación es un gran honor y a su vez, un gran compromiso a continuar promoviendo que disfruten de esas experiencias en su formación académica. Considero de vital importancia que los profesores realicemos desde el aula la promoción y difusión de la información a los alumnos para estimular cada vez más su participación. En mi experiencia la mayoría de los alumnos que he asesorado en veranos de investigación ya están realizando sus estudios de posgrado y/o están en trámite para ello. Por lo anterior, es de sumo orgullo saber que la transmisión de nuestra experiencia como investigador contagia a los jóvenes que formarán parte del cambio en nuestro país.



# DESARROLLO DE COMPÓSITOS POR ELECTROHILADO DE HIDROXIAPATITA Y BIOVIDRIO PARA REEMPLAZO DE TEJIDOS DUROS

Jesús Alberto Garibay Alvarado

Licenciatura en Química. UACJ ICB

garibay.jesus@gmail.com

Doctor Simón Yobanny Reyes Lopez

Profesor Investigador Departamento de Ciencias Básicas. UACJ ICB

## RESUMEN

Los materiales diseñados para inducir una actividad biológica específica son denominados biomateriales. Hay tres aspectos importantes a tomar en cuenta en un biomaterial: tener contacto con el tejido vivo, ser bioquímicamente y mecánicamente compatible. Los cerámicos de fosfato de calcio se usan ampliamente por razones ortopédicas y dentales, pues pueden unirse estrechamente a través de enlaces químicos además de promover la regeneración ósea en el área que los contiene. La hidroxiapatita (HA) sintética se ha investigado para el reemplazo de tejidos duros por su composición que es similar a la del hueso humano. Sin embargo, hay tres características que restringen el uso de HA para las aplicaciones biomédicas: fragilidad, ausencia de propiedades antimicrobianas y contacto limitado con el tejido hospedero. Esta investigación se propuso la incorporación de vidrio para contrarrestar la fragilidad de la HA en un compósito formado por fibras coaxiales que será usado con fines de regeneración ósea.

Palabras clave: Hidroxiapatita, biovidrio, compósito, electrohilado.

# INTRODUCCIÓN

Los materiales sintéticos que están diseñados para inducir una actividad biológica específica son denominados biomateriales. La importancia de los biomateriales es que puedan llevar a cabo su función en un ambiente fisiológico sin dañar tejidos circundantes y no ser sujetos a daño durante su estadía en el mismo ambiente (Basu y Balani, 2011). La biocompatibilidad se define como la habilidad de un material para desempeñarse con una respuesta apropiada del hospedero en una aplicación específica (Basu y Balani, 2011). Hay tres aspectos importantes de biocompatibilidad a tomar en cuenta en un biomaterial: ser bioquímicamente compatible, ser compatible mecánicamente con los tejidos adyacentes y establecer un contacto entre el mismo material y el tejido vivo (Basu y Balani, 2011). La biocompatibilidad había sido interpretada como la inercia o indiferencia biológica, pero es más compleja, pues un material siempre tendrá una interacción en el ambiente fisiológico del cuerpo, pudiéndose degradar químicamente a nivel molecular y atómico, y si así fuese el caso, hay biomateriales intencionalmente diseñados para degradarse en el cuerpo, por lo tanto, la biocompatibilidad es más que indiferencia biológica. Si el biomaterial no tiene ningún tipo de interacción con el tejido circundante, entonces no podrá ser realmente incorporado en el cuerpo (Williams, 1998).

Los vidrios y los cerámicos pueden ser biocompatibles y poseer bioactividad, es decir, tener la capacidad de formar una interfase entre el material y el tejido a través de una interacción química y no de manera física. Por ejemplo, en los biocerámicos la adhesión debe ser mayor incluso que la del mismo hueso, debido a la formación de hidroxicarbonato apatita, que es la responsable de la adhesión interfacial (Hench y Kokubo, 1998). Una interacción benéfica con el tejido vivo, promueve la migración, regeneración o diferenciación celular (Heimann y Lehmann, 2015).

Los cerámicos de fosfato de calcio y los biovidrios de sílice se usan ampliamente por razones ortopédicas y dentales, debido a sus propiedades bioactivas, pues pueden unirse estrechamente a través de enlaces químicos, además de promover la regeneración ósea en el área que los contiene (Leeuwenburgh y Wolke, 2008).

Un cerámico se define como un material inorgánico no metálico que tiene enlaces iónicos o covalentes y que es procesado o usado a altas temperaturas (Basu y Balani, 2011). Los cerámicos presentan conducta refractaria, tienen baja conductividad térmica ( $c_p \sim 775\text{-}1050 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ), bajo coeficiente de dilatación ( $-L \sim 88\text{-}36.5 \text{ } 1/^\circ\text{C}\times 10^{-6}$ ) y son quí-

micamente inertes (Le Bourhis, 2014). Estas características, entre otras, están dadas por los enlaces químicos del material (Carter *et al.*, 2007).

Los cerámicos bioactivos son usados principalmente en la reconstrucción o sustitución de partes del sistema músculo-esquelético en reparación craneal, reconstrucción maxilofacial y diversas aplicaciones ortopédicas, por mencionar algunas. Una porosidad cercana a los 100  $\mu\text{m}$  puede permitir el crecimiento de hueso en el interior de los poros, ocurriendo una fijación biológica. Los cerámicos pueden tener superficies reactivas, como es el caso de la hidroxiapatita o vidrios de silicato con ciertas composiciones, que se fijan directamente al hueso a través de enlaces químicos, ofreciendo un mejor desempeño (Boccaccini, 2005; Hench y Kokubo, 1998).

La hidroxiapatita (HA) y otros fosfatos de calcio han sido investigados extensamente para el reemplazo de tejidos duros, sin embargo, hay tres características que restringen uso en las aplicaciones biomédicas: la fragilidad, la ausencia de propiedades antimicrobianas y un contacto limitado con el tejido hospedero (Basu y Balani, 2011).

Los biovidrios son vidrios con composiciones inertes, casi inertes o causantes de encapsamiento por tejido fibroso o reabsorbible. Los componentes del biovidrio son  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Por ejemplo, la marca Bioglass® (4555), con 45 % de  $\text{SiO}_2$ , 24.5 % de  $\text{Na}_2\text{O}$ , 24.4 % de  $\text{CaO}$  y 6 % de  $\text{P}_2\text{O}_5$  es la composición más estudiada. El biovidrio tiene aplicaciones de reparación y reconstrucción, especialmente de tejidos duros como el hueso.

La principal ventaja del biovidrio es la rápida velocidad de reacción de su superficie, que contribuye a la unión rápida del tejido. Su principal desventaja es la fragilidad mecánica, haciéndolo inútil en aplicaciones donde se requiera soporte de carga.

## **JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de un compósito a base de hidroxiapatita y biovidrio, es una alternativa para contrarrestar la fragilidad de la hidroxiapatita. El compuesto representa una alternativa en la reconstrucción de partes del sistema músculo-esquelético, ya que los dos materiales poseen características de biocompatibilidad que favorecen la regeneración del tejido.

## METODOLOGÍA

La síntesis del sol de fosfato de calcio se llevó a cabo usando como reactivos nitrato de calcio tetrahidratado ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) disuelto en etanol y trietil fosfito ( $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{P}$ ) hidrolizado en etanol. La solución de  $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{P}$  se agregó por goteo a la solución de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  durante 1 h en agitación fuerte hasta tener una proporción de Ca/P de 1.67; continuó agitándose durante 24 h a 40 °C, y posteriormente se añejó a 60 °C por 6 h. La solución resultante se con polivinil pirrolidona (PVP) al 10 p/v% disuelto en etanol. Adicionalmente se preparó una solución de tetraetil ortosilicato (TEOS), etanol, agua y ácido clorhídrico con proporción molar 1:2:2:0.1, respectivamente, que fue también mezclada con solución de PVP al 10 p/v% en etanol.

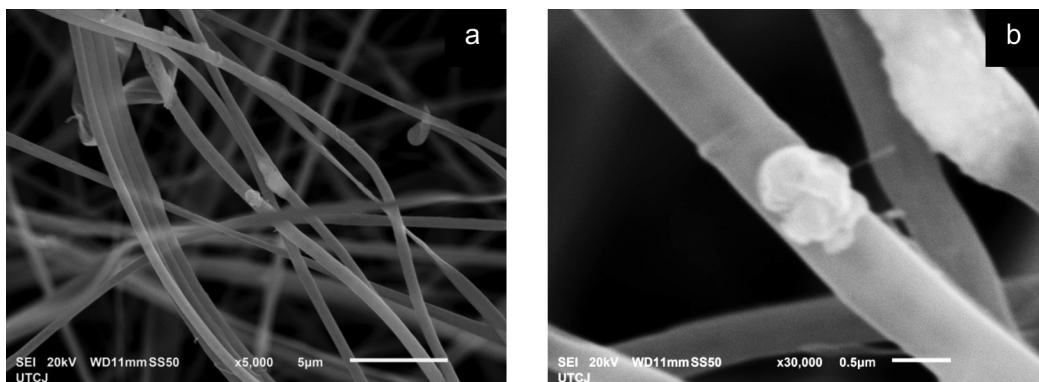
Las soluciones fueron cargadas en jeringas de 30 mL conectadas a una boquilla coaxial con doble alimentación para el electrohilado. Los flujos del exterior e interior fueron establecidos en hasta 2.0 mL/h. El voltaje se trabajó en un rango de 10 kV a 15 kV y la distancia entre la boquilla y el colector en un rango de 10 a 25 cm.

Las fibras obtenidas fueron secadas a 50 °C por 24 h en estufa y posteriormente tratadas térmicamente en una mufla eléctrica a 800 °C y 900 °C por 1 h con una rampa de temperatura de 0.5 °C/min.

Las fibras obtenidas se caracterizaron por espectroscopía infrarroja, análisis termogravimétrico, calorimetría diferencial de barrido, microscopía electrónica de barrido y difracción de rayos X.

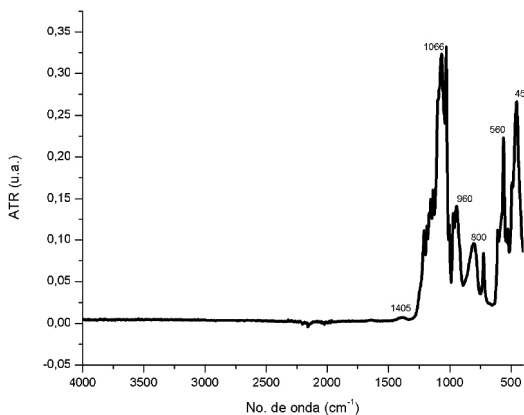
## RESULTADOS

En la figura 1a se muestran fibras obtenidas de HA-SiO<sub>2</sub>. Las fibras presentaron morfología cilíndrica, superficie homogénea y orientación aleatoria. En algunas regiones se observa la acumulación de HA, y en el interior de la fibra se puede apreciar una zona de contraste de lo que se presume es la fibra interior como se muestra en la figura 1b.



**Figura 1.** Fibras obtenidas de HA-SiO<sub>2</sub> a 5000x (a) y 30 000x (b) antes del tratamiento térmico.

En la figura 2 se muestra el espectro de IR de las fibras de HA-SiO<sub>2</sub> después del tratamiento térmico en el que se pueden observar los picos de las principales bandas de absorción de los grupos funcionales presentes en la sílice y la hidroxiapatita. Las bandas localizadas en 560 y 1106 cm<sup>-1</sup> se tomaron de la literatura para definir el índice de cristalinidad (Zhao *et al.*, 2008; Destainville *et al.*, 2003) que se estimó en 0.61 para la HA y 0.18 para SiO<sub>2</sub>.



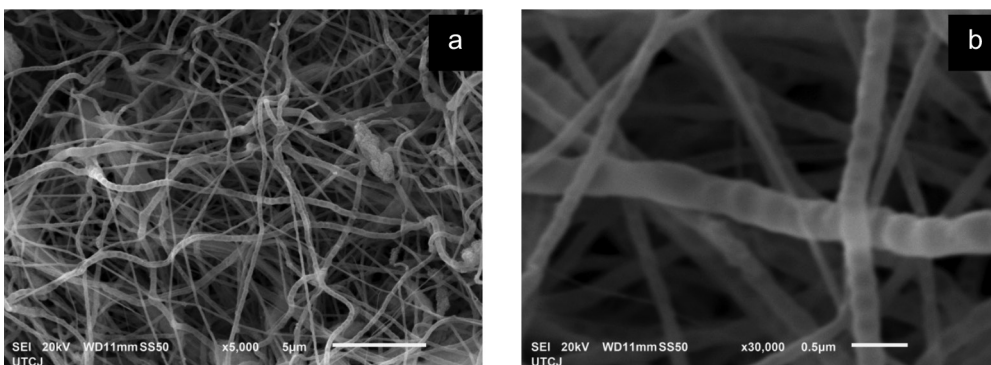
**Figura 2.** Espectro de IR del compuesto de SiO<sub>2</sub> y HA después del tratamiento térmico.

En la tabla I se muestran las longitudes de onda registradas y las vibraciones correspondientes. En 450, 560 y 960  $\text{cm}^{-1}$  hay bandas que corresponden a vibraciones de grupos  $\text{PO}_4^{3-}$ . Las bandas en 800 y 1066  $\text{cm}^{-1}$  pertenecen a vibraciones deformantes de grupos Si-O-Si y en 1405  $\text{cm}^{-1}$  aparece una banda proveniente de la fase  $\alpha$ -TCP (fosfato tricálcico).

**Tabla VI.** Bandas de IR analizadas para fibras de HA después del tratamiento térmico.

Núm. de onda ( $\text{cm}^{-1}$ )	Vibración
450	$\text{PO}_4^{3-} \nu_2$
560	$\text{PO}_4^{3-} \nu_4$
800	Si-O-Si $\nu_{as}$
960	$\text{PO}_4^{3-} \nu_1$
1066	Si-O-Si $\nu_b$
1405	$\alpha$ -TCP

En la figura 3a muestran las fibras obtenidas de HA-SiO<sub>2</sub>. En la superficie de las fibras se observan aglomeraciones de HA. Las fibras presentaron morfología de huso e hilo, se ondularon y se observaron bifurcaciones como se muestra en la figura 3b. El diámetro promedio fue de 300 nm  $\pm$  85 nm.



**Figura 3.** Fibras obtenidas de HA-SiO<sub>2</sub> a 5000x (a) y 30 000x (b) después del tratamiento térmico.



# CONCLUSIONES

## DISCUSIÓN

La incorporación de los geles precursores de  $\text{SiO}_2$  y HA en el electrohilado de las fibras coaxiales se pudo comprobar a través del análisis por ATR-FTIR. Las fibras en verde mostraron bandas correspondientes al polímero y a los precursores cerámicos  $\text{SiO}_2$  y HA. En el análisis por ATR-FTIR después del tratamiento térmico fue posible observar las bandas pertenecientes a la hidroxiapatita y a la sílice, pero no para el polímero.

La microscopía electrónica de barrido mostró que todas las membranas obtenidas tuvieron aglomeraciones de partículas de HA en la superficie a raíz de la inestabilidad del chorro durante el electrohilado, provocando la expulsión e pequeñas gotas del gel (Tian *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2008). En las fibras coaxiales fabricadas hubo zonas de contraste dispuestas longitudinalmente de los que se presume es  $\text{SiO}_2$  encapsulado en la hidroxiapatita. La morfología de las fibras después del tratamiento térmico muestra patrones de hilo y uso, o de estrangulamiento de la fibra que se atribuye a la presencia de  $\text{SiO}_2$  en el interior de la cubierta de hidroxiapatita que no permite la contracción de la misma durante la sinterización (Tian *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2006).

## APORTACIONES

En este trabajo fue posible conjuntar dos cerámicos para producir un material que pueda utilizarse como reemplazo de tejidos duros. El compuesto resultante es un conjunto de fibras con núcleo de vidrio y cubierta de hidroxiapatita. Los dos componentes cerámicos han sido objeto de investigaciones con anterioridad, pues poseen biocompatibilidad y la capacidad de promover el crecimiento, migración y diferenciación celular.

## REFERENCIAS

- Basu, B.; Balani, K. *Advanced Structural Ceramics*. John Wiley & Sons, Inc. EE. UU. 2011, pp. 67-75, 393-421.
- Bocaccini, A. *Biomaterials, artificial organs and tissue engineering*, Hench, L.; Jones, J. (Eds.). Woodhead Publishing Limited. Reino Unido. 2005, pp. 26-36.

- Carter, B.; Norton, B.; Grant, M. *Ceramic and Glass Materials*. Springer. EE. UU. 2007, pp. 3-14.
- Destaineville, A.; Champion, E.; Bernache-Assollant, D.; Laborde, E. Synthesis, characterization and thermal behavior of apatitic tricalcium phosphate. *Mater. Chem. Phys.*, 80. 2003, pp. 269-277.
- Heimann, R.; Lehmann, H. *Bioceramic Coatings for Medical Implants*. Wiley-VHC. Alemania. 2015, p. 13.
- Hench, L.; Kokubo, T. Properties of bioactive glasses and glass-ceramics. En *Handbook of Biomaterial Properties*, Black, J.; Hastings, G. (Eds.). Chapman & Hall. Reino Unido. 1998, pp. 355-405.
- Le Bourhis, E. *Glass Mechanics and Technology*. (2.º ed.). Wiley-VHC. Alemania. pp. 5-84.
- Leeuwenburgh, S.; Wolke, J.; Jansen, J.; De Groot, K. Calcium phosphates coatings. En *Bioceramics and their clinical applications*, Kokubo, T. (Ed.). Woodhead Publishing Limited. Reino Unido. 2008, pp. 464-484.
- Sun, B.; Duan, B.; Yuan, X. Preparation of Core/Shell PVP/PLA Ultrafine Fibers by Coaxial Electrospinning. *J. Appl. Polym. Sci.*, 102. 2006, pp. 39-45.
- Tian, L.; Zi-qiang, S.; Jian-quan, W.; Mu-jia, G. Fabrication of hydroxiapatite nanoparticles decorated cellulose triacetate nanofibers for protein adsorption by coaxial electrospinning. *Chem. Eng. J.*, 260. 2015, pp. 818-825.
- Williams, D. General Concepts of Biocompatibility. En: *Handbook of Biomaterial Properties* (Eds. Black, J.; Hastings, G.). Chapman & Hall. Reino Unido. 1998, pp. 482-483.
- Zhao, Y.; Wang, H.; Lu, X.; Li, X.; Yang, Y.; Wang, C. Fabrication of refining mesoporous silica nanofibers via electrospinning. *Mater. Lett.*, 62. 2008, pp. 143-146.

## ESTUDIOS PREVIOS DE LA CITOTOXICIDAD DEL COMPÓSITO POLI- $\epsilon$ -CAPROLACTONA/PLATA

Cristian Alfonso González Torres  
Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo. UACJ ICB  
Doctor Simón Yobanny Reyes López  
Doctor Luis Fernando Plengue Tellechea  
Departamento de Ciencias Básicas. UACJ ICB

### RESUMEN

**E**n este estudio se realizó la fabricación de nanofibras de poli- $\epsilon$ -caprolactona que contienen nanopartículas de plata por medio de la técnica de electrohilado. Los resultados mostraron la presencia de AgNPs con diámetros de alrededor de 15 a 30 nm. La microestructura y composición química de las nanofibras PCL-Ag se caracterizaron por microscopía óptica, microscopía electrónica y espectroscopía infrarroja. Las fibras presentaron una estructura fibrilar de alrededor de 900 nm. La determinación de la toxicidad *in vivo* del compósito PCL-AgNPs mostró nula toxicidad dérmica desde la concentración mínima de 12 mM hasta la concentración máxima de 100 mM. La determinación de la citotoxicidad *in vitro* del compósito PCL/AgNPs mostró una disminución en el porcentaje de viabilidad celular conforme aumenta la concentración de las AgNPs, además de la formación de micronúcleos en las células.

Palabra clave: Nanofibras, Poli- $\epsilon$ -caprolactona, nanopartículas de plata, citotoxicidad.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, debido al aumento de la resistencia que han adquirido las bacterias frente a los antibióticos de uso común, se ha buscado el empleo de nuevos materiales con carácter bactericida y la plata ha surgido como uno de ellos, por tener actividad antimicrobiana. La utilización de la plata tiene algunos riesgos, por ejemplo, la exposición a la plata puede causar argiria y/o argiriosis, además de ser tóxica para las células de mamíferos. Los efectos citotóxicos de la plata y otros iones de metales pesados se han pasado por alto, principalmente por la comunidad quirúrgica. La citotoxicidad es de particular interés para estas disciplinas ya buscan la implementación de aleaciones metálicas como biomateriales (Gong *et al.*, 2007).

En la actualidad la utilización de las AgNPs se debe principalmente por las nuevas características fisicoquímicas que presenta al brindarle o conferirle mayor efecto antimicrobiano en comparación con la plata. Se ha demostrado que las nanopartículas de plata de entre 5 y 20 nanómetros de diámetro liberan iones, generando poros en la membrana de la bacteria y provocando su muerte. Sin embargo, estudios toxicológicos revelan que las AgNPs inducen toxicidad tanto en seres humanos, animales y a nivel celular (Morones, 2010; Beer *et al.*, 2012).

En la actualidad no hay un material con AgNPs a bajas concentraciones que tenga un carácter bactericida y no ocasione daño celular. Debido a ello en este estudio se propone la fabricación de una membrana polimérica que pueda mantener estable las nanopartículas de plata así como no mostrar ningún efecto tóxico sobre las células epidérmicas apoyando la idea que a bajas concentraciones no ocasiona ningún daño de este tipo, el cual podrá utilizarse como apósito biológico para recubrimiento de heridas y así evitar la infección causada por bacterias comunes.

## JUSTIFICACIÓN

La plata ha resultado ser un poderoso agente bactericida contra bacterias gram positivas y gram negativas. Se ha reportado que las nanopartículas de plata de entre 5 a 20 nanómetros liberan iones, los cuales atraviesan la membrana de la bacteria, generando poros en su estructura y ocasionando la muerte bacteriana. Diversos estudios *in vitro* afirman que a concentraciones altas causan toxicidad tanto a nivel molecular, celular y

organelos; pero se apoya la idea que a bajas concentraciones no ocasiona ningún daño de este tipo.

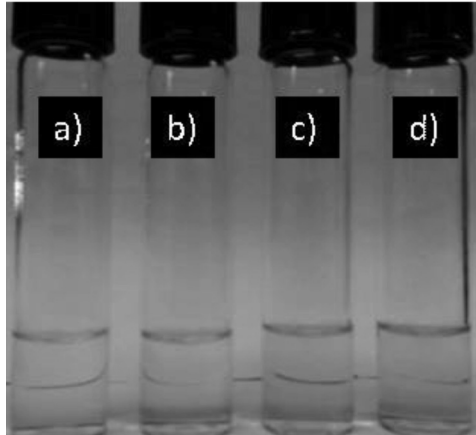
## METODOLOGÍA

Para la síntesis de las AgNPs se utilizó el método de reducción química, empleando una solución de N,N-dimetilformamida (DMF) y Tetrahidrofurano (THF) con relación de 7:3, posteriormente se agregó nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) como sal precursora. La preparación de AgNPs es la simple reducción de iones de plata por DMF. La disolución se mantuvo bajo agitación magnética hasta que se observó una coloración amarillo pálido. Este procedimiento se llevó a cabo para obtener disoluciones en concentraciones de  $\text{AgNO}_3$  al 12.5 mM, 25 mM, 50 mM y 100 mM. Se caracterizó la solución resultante con AgNPs por medio de espectroscopía UV-visible y por la técnica de dispersión dinámica de luz. Una vez caracterizado el tamaño de las partículas, se agregó la poli-épsilon-caprolactona (PCL) a una concentración de 8 % manteniendo la agitación magnética hasta disolución completa para su posterior electrohilado. Se caracterizaron las nanofibras de PCL/AgNPs por microscopía óptica, electrónica y espectroscopia infrarroja. Para finalizar se determinó la citototoxicidad *in vivo* e *in vitro* de la nanofibra PCL/AgNPs.

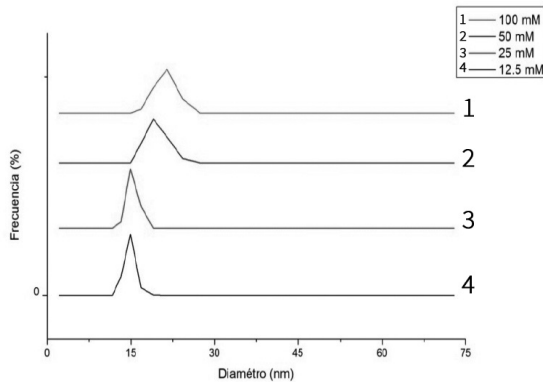
## RESULTADOS

En la síntesis de AgNPs realizada por el método de reducción química, se observó el cambio de color de la solución acuosa de incoloro a color amarillo claro, la cual es característica de nanopartículas de plata de un tamaño  $<50$  nm (figura 1). Se observó que la concentración de 12.5mM de AgNPs presentó una solución color amarillo pálido, conforme se va aumentando la concentración de 12.5mM hasta 100mM va aumentando la coloración y la intensidad del color. La caracterización por dispersión dinámica de la luz de las AgNPs dio como resultado tamaños de nanopartículas de entre 15 y 30 nm y una frecuencia de entre 50 y 60 % (figura 2).

En la figura 2, se observó que las concentraciones de 12.5 mM y 25 mM de  $\text{AgNO}_3$  presentan un tamaño de partícula de entre 15-20 nm, al aumentar la concentración de la sal precursora ( $\text{AgNO}_3$ ) aumentó el tamaño de las nanopartículas de forma directa, generando partículas de 25-30 nm en las concentraciones de 50 mM y 100 mM.

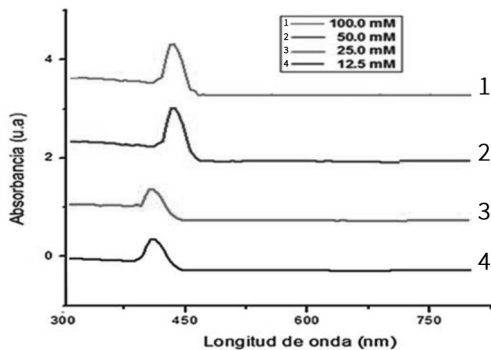


**Figura 1.** Síntesis de de las distintas concentraciones de AgNPs. a) 12.5 mM, b) 25 mM, c) 50 mM, d) 100 mM



**Figura 2.** Tamaño de partícula de las distintas concentraciones de AgNPs.

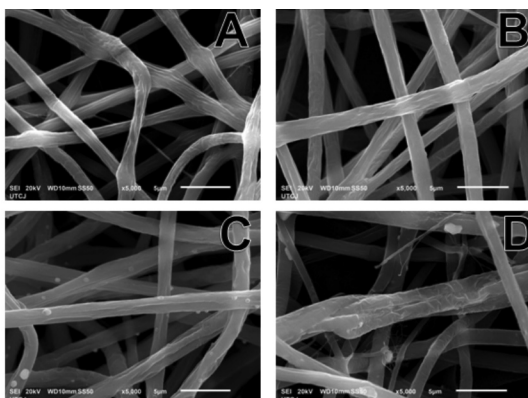
La caracterización por espectroscopia Uv-visible mostró un plasmón bien definido en bandas de absorción de 425 a 450 nm. Esta característica es conocida como el pico de plasmón de resonancia superficial. En la figura 3, se puede observar que en la concentración de 12.5 mM y 25 mM presentó un pico máximo de absorción de 425 nm. En las concentraciones de 50 y 100 mM se observó un desplazamiento en la longitud de onda, mostrando un pico máximo de absorción a 450 nm.



**Figura 3.** Espectrograma Uv-visible de las distintas concentraciones de AgNPs.

## CARACTERIZACIÓN DE LA NANOFIBRA DE PCL/AGNPS

La caracterización por microscopía electrónica de barrido de las fibras de PCL/AgNPs presenta fibras interconectadas con morfologías lisas para las concentraciones de 12.5 mM y 25 mM y morfologías lisas con presencia de aglomerados para las concentraciones de 50mM y 100mM. En la figura 4 se puede observar que las fibras de PCL/ AgNPs mostraron una microestructura fibrilar, tienen forma cilíndrica, no presentan rupturas y tienen un tamaño alrededor de 900 nm



**Figura 4.** Micrografía electrónica de las fibras PCL/AgNPs (x50 000). A, PCL/AgNPs 12.5mM. B, PCL/AgNPs 25 mM. C, PCL/AgNPs 50 mM. D, PCL/AgNPs 100mM.

## DETERMINACIÓN DE LA TOXICIDAD *IN VIVO* DE LA FIBRA DE PCL/AGNPS

En la tabla I, se presentan los resultados obtenidos para el ensayo de toxicidad *in vivo* donde se puede observar que presenta nula toxicidad dérmica desde la concentración mínima de 12.5 mM hasta la concentración máxima de 100 mM tras exposición de los tratamientos de PCL y PCL/AgNPs a 24, 48 y 72 horas.

**Tabla I.** Evaluación de signos de edema y eritema de acuerdo a la escala de Draize.

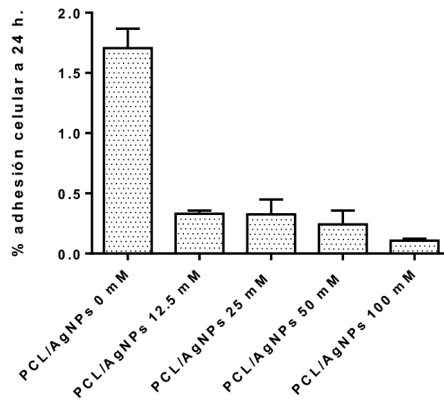
Tratamientos	24 horas	48 horas	72 horas
PCL/AgNPs 0 mM	0	0	0
PCL/AgNPs 12.5 mM	0	0	0
PCL/AgNPs 25 mM	0	0	0
PCL/AgNPs 50 mM	0	0	0
PCL/AgNPs 100 mM	0	0	0

## DETERMINACIÓN DE LA TOXICIDAD *IN VITRO* DE LAS NANOFIBRAS DE PCL/AGNPS

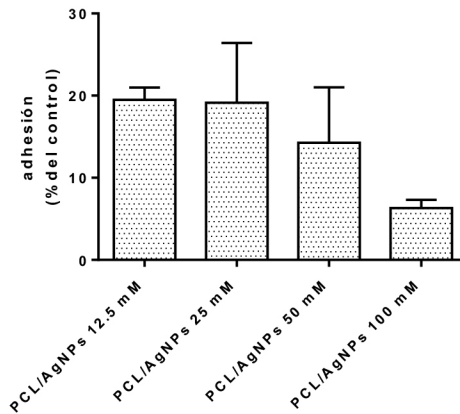
El aumento de la concentración de AgNPs generó una disminución en la adhesión celular de la cepa IEC6 tras exposición a 24 h (figura 6). Se obtuvieron porcentajes de adhesión de 0.33 %  $\pm$  0.02 para la concentración de 12mM, 0.32 %  $\pm$  0.12 para 25 mM, 0.24 %  $\pm$  0.11 para 50 mM y 0.10 %  $\pm$  0.01 para 100 mM. La fibra de PCL sin AgNPs obtuvo un rendimiento del 1.70 %  $\pm$  0.16. Todos los tratamientos fueron comparados respecto al inculó inicial (n = 50 000 células) el cual presenta un porcentaje de adhesión del 100 %.

En la figura 7 se compararon las fibras de PCL y PCL/AgNPs, tomando como 100 % de adhesión celular, las células adheridas en las fibras de PCL y obteniendo porcentajes de adhesión para los tratamientos de PCL/AgNPs de 19.49 %  $\pm$  1.49 para 12.5mM, 19.13 %  $\pm$  7.28 para 25 mM, 14.27 %  $\pm$  6.74 para 50 mM y 6.31 %  $\pm$  0.98 para 100 mM. Se puede observar que la adhesión celular es menor conforme aumenta la concentración de AgNPs de las fibras de PCL/AgNPs.





**Figura 5.** Ensayo de adhesión celular (rendimiento respecto al inoculo inicial n = 50 000 células)



**Figura 6.** Ensayo de adhesión celular (respecto al porcentaje de adhesión del control PCL)

# CONCLUSIONES

## DISCUSIÓN

La síntesis de AgNPs generó un aumento en la coloración conforme aumentó la concentración de las AgNPs, debido a que existen factores –la orientación de las nanopartículas, la concentración, el tamaño de nanopartículas y el ángulo de luz– que influyen directamente en el color y en la intensidad que se observa en las soluciones de AgNPs. Esto se evidenció por medio de la caracterización por dispersión dinámica de luz, la cual mostró aumento del tamaño de la nanopartículas para las concentraciones de 50 mM y 100 mM

La caracterización por espectroscopia UV-visible mostró un máximo de absorción a 425 nm para las concentraciones de 12.5mM y 25 mM, un máximo de absorción a 450 nm para 50mM y 100mM. El plasmón superficial presentando en las distintas concentraciones de AgNPs muestra un plasmón de resonancia característico de las nanopartículas de plata de morfología esférica, debido a que va desde una longitud de onda de 400 a 450 nm. El plasmón de resonancia superficial depende del tamaño de partícula, las propiedades ópticas de las nanopartículas, de su forma y su entorno, incluyendo el ordenamiento espacial de las partículas. De acuerdo con la literatura el desplazamiento de las bandas es atribuido al incremento de tamaño de las AgNPs.

La caracterización por microscopia óptica de las fibras de PCL mostró defectos en su estructura, no son fibras continuas y un tamaño de 771 nm, estas características son debido a la no estabilización del cono de Taylor en la fabricación de la nanofibra. Para las fibras de PCL/AgNPs no presentaron defectos en su estructura, son fibras continuas y va aumentando el tamaño de la fibra conforme aumenta la concentración de AgNPs, esto debido a que la concentración de las AgNPs aumenta la conductividad de la solución, originando movimientos inestables y la producción de las nanofibras con diámetros mayores.

La disminución de la viabilidad celular es debido al aumento de la concentración de las AgNPs, de acuerdo con Liu y colaboradores (2010), las AgNPs a concentraciones bajas no generan citotoxicidad, pero es posible el daño en el ADN cromosómico generando un aumento de micronúcleos como consecuencia del tamaño de las AgNPs.

## APORTACIONES

Fabricación de un compuesto de PCL/AgNPs sin efecto citotóxico, con el objetivo de utilizarse como apósito biológico para la regeneración de tejidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beer, C., Foldbjerg, R., Hayashi, Y., Sutherland, D. & Autrup, H. 2012. Toxicity of Silver Nanoparticles–Nanoparticle or Silver Ion? *Toxicology Letters*, (208): 286–292.
- Duque Sánchez, L. M., Rodríguez, L. & López, M. 2013. Electrospinning: la era de las nanofibras. *Rev. Iber. Polímeros*, 14(1): 10–27.
- Gong, P.; Li, H.; He, X.; Wang, K.; Hu, J.; Zhang, S. & Yang, X. 2007. Preparation and Antibacterial Activity of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Ag Nanoparticles. *Nanotechnology*, (18): 604–611.
- Liu, W., Wu, Y., Wang, C., Li, H. C., Wang, T. & Liao, C. Y. 2010. Impact of Silver Nanoparticles on Human Cells: Effect of Particle Size. *Nanotoxicology*, (4): 319–30.
- Morones, R. 2010. Historia de la plata: su impacto en las antiguas civilizaciones y la sociedad moderna. *Revista digital universitaria*, (11): 1067–6079.
- Reyes López, S. Y., Cornejo-Monroy, D., & González-García, G. 2015. A Novel Route for the Preparation of Gold Nanoparticles in Polycaprolactone Nanofibers. *Journal of Nanomaterials*, 501: 485–121.
- Zanella, R. 2012. Metodología para la síntesis de nanopartículas: controlando forma y tamaño. *Mundonano*, 1(5).



## **ESTUDIO DE PLANTAS MEDICINALES CON ACTIVIDAD FARMACOLÓGICA**

Carlos Antonio Beltrán Martínez  
Instituto de Ciencias Biomédicas, Programa de Cirujano Dentista  
**Tutor:** Doctora Yolanda De Las Mercedes Gómez y Gómez

**D**esde tiempos prehistóricos, el empleo de plantas medicinales ha permanecido vigente en el uso popular ante diferentes patologías, sin embargo, la falta de documentación científica ha limitado su investigación. El presente muestra el comienzo de estudio de las plantas árnica y menta con el principal objetivo de evaluar su actividad antiinflamatoria y antibacteriana de aplicación en estomatología, así como vehicularlos de forma tópica.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, fitoterapia, tamiz fotoquímico, espectrometría.

Desde tiempos ancestrales, el uso de plantas medicinales ha sido el remedio más frecuente para el tratamiento de diversas patologías, hecho que conlleva el estudio de las mismas con el fin de aislar y producir sintéticamente los principios activos que les confieren a las plantas sus propiedades terapéuticas, paralelamente su uso popular sigue vigente en la población de todos los estratos sociales de una forma empírica. Si bien los compuestos sintéticos reemplazan la utilización de principios activos vegetales; hoy en día la fitoterapia se ha reafirmado por la mejora en las técnicas de validación científica, sin embargo, la crisis económica, los medicamentos costosos y efectos secundarios de fármacos sintéticos incrementan el uso de fitofarmacos (Simo es, 1989).

Para el proceso de desarrollo de nuevos compuestos farmacológicamente activos, a causa de la creciente resistencia bacteriana a los antibacterianos en función, los recursos vegetales representan una fuente importante de drogas (Macedo, 2006) y en respuesta a estas problemáticas, se busca identificar especies vegetales con potencial para el desarrollo de estudios con vistas a la utilización probada y segura en odontología (Santos, 2009).

En estomatología, los usos más frecuentes de plantas medicinales son en orden decreciente; post extracción, dolor de origen pulpar –pulpitis– y patologías periodontales –gingivitis y periodontitis– (Agra, 2007).

## **JUSTIFICACIÓN**

Por su gran cantidad y variedad de microorganismos; la cavidad oral es susceptible a múltiples enfermedades infecciosas. El tratamiento de estas enfermedades implica el uso de antimicrobianos y antiinflamatorios, mismos que pueden ser usados indiscriminadamente y por lo tanto, causar resistencia bacteriana y efectos adversos ante su uso prolongado. Estudios en plantas medicinales muestran que estas pueden ser una buena alternativa terapéutica en infecciones por sus efectos antiinflamatorios y antimicrobianos, por lo cual se ensayan para evaluación de su actividad las plantas árnica y menta.

## **METODOLOGÍA**

Para las pruebas a realizar se comienza con el secado de las plantas a no más de 35 grados centígrados para su posterior cortado y molido; una vez obtenido el polvo de las plantas se procedió a obtener el extracto de ellas en tres diferentes solventes: metanol, hexano y acetona (5 gramos de planta en 30 ml de solvente); dicho extracto se utilizó para realizar un tamiz fotoquímico que revelaría cualitativamente la existencia o no de los diferentes metabolitos secundarios mediante diferentes reacciones ya estandarizadas. El hecho de tener tres solventes nos fue útil para determinar cuál mostraba una mejor extracción de los mismos para así proceder a la cuantificación de los metabolitos secundarios solo en extractos de uno de ellos. En esta ocasión, el metanol fue quien mejores resultados obtuvo. A continuación se procede a la cuantificación en miligramos de dichos metabolitos a través de espectrometría, pero ahora utilizando un nuevo extracto mediante sonicación con mayor concentración de planta que el utilizado en las pruebas

cualitativas (50 gr de planta en 300 ml de metanol) para su posterior secado al vacío con el fin de eliminar la mayor cantidad posible de solvente; paralelamente se realizan pruebas de actividad antioxidante mediante ABTS.

Una vez realizadas las pruebas cualitativas y cuantitativas de metabolitos secundarios, se realizan pruebas de actividad antiinflamatoria por la técnica de pabellón auricular en ratas Fischer por grupos de tres; se comienza por la inducción de la inflamación con aceite de crotón en el pabellón izquierdo; la administración de los dos extractos secados al vacío y vehiculizados en Tween al 80 % por separado y un grupo control tratado con indometacina, se realiza ya pasada una hora, un último grupo no se le subministra fármaco alguno. Ya pasadas tres horas se sacrifican por dislocación cervical, se perforan círculos de igual diámetro del pabellón y se pesan.

Para la actividad antimicrobiana se impregnan discos de papel filtro con 200 micro litros de extracto disueltos en metanol y en acetona de las dos plantas; paralelamente se impregnan discos con solo metanol y acetona para observar si son los solventes los que le confieren la actividad. En diferentes cajas petri se siembran: *S. Mutans*, *S. Aureus* y *Candida Albicans* para después colocar los discos e incubar a 36 grados centígrados por 24 horas.

Por último, y a manera de vehiculizar los extractos, se procede a realizar películas orales y pasta dental con los extractos metanólicos secados al vacío.

## **RESULTADOS**

En las pruebas cualitativas de metabolitos secundarios de árnica, se obtuvo positivo en fenoles, flavonoides, taninos, azúcares reductores, cumarinas, glucósidos cardiacos, quinonas y saponinas, mientras que la menta da positivo en fenoles, taninos, alcaloides, azúcares reductores, cumarinas, glucósidos cardiacos y saponinas. Cabe mencionar que el solvente que mostró mejor extracción de metabolitos fue el metanol.

En la cuantificación por espectrometría se obtuvieron los resultados de las siguientes cuatro tablas.

<b>Taninos</b>				
Planta	Absorbancia promedio a 725nm	Concentración de ácido tánico	Dilución	Concentración real mg de ácido tánico/mL
Menta	0.0008334±0.0000093	0.01551±0.0002	1:7	0.10857
Árnica	0.0008205±0.0000055	0.01523±0.00011	1:9	0.13713

<b>Fenoles</b>				
Planta	Absorbancia promedio a 760 nm	Concentración de ácido gálico	Dilución	Concentración real mg de ácido gálico/mL
Menta	0.6639±0.0005	0.1750±0.00013	1:2	0.3500
Árnica	0.4951±0.0019	0.1316±0.00051	1:2	0.2632

<b>Flavonoides</b>				
Planta	Absorbancia promedio a 415nm	Concentración de ácido	Dilución	Concentración real mg de ácido /mL
Menta	0.0009380±0.0000055	0.0407±0.00024	1:6	0.24445
Árnica	0.0008942±0.0000005	0.0388±0.00002	1:3	0.11657

<b>Esteroides</b>				
Planta	Absorbancia promedio a 560nm	Concentración de colesterol	Dilución	Concentración real mg de colesterol/mL
Menta Hexano	0.1152±0.0018	0.3753±0.0057	1:1	0.3753
Árnica Hexano	0.8920±0.0183	2.829±0.0580	1:1	2.829
Menta Metanol	0.4079±0.0048	1.298±0.0154	1:5	6.489
Árnica Me-tanol	0.0866±0.0010	0.2815±0.0032	1:1	0.2815

El porcentaje de inhibición de radical libre por la actividad antioxidante de los extractos y la concentración de Trolox se enlistan en la siguiente tabla.



<b>ABTS</b>			
Planta	Absorbancia promedio a 734 nm	% de inhibición	Concentración de Trolox (mM/mL)
Menta	0.0221±0.00005	96.86±0.0110	0.0473±0.000006
Árnica	0.0174±0.00027	95.53±0.0386	0.0477±0.00002

Los resultados que nos arroja el porcentaje de actividad antiinflamatoria de ambas plantas superan a las cifras del grupo control tratado con indometacina, que nos dio un 31.03 % mientras que la menta nos da un 37.35 % y el árnica 37.93 %.

En cuanto a los resultados de actividad antimicrobiana solo la árnica mostró un halo de inhibición de crecimiento, las cifras se muestran en la siguiente tabla.

<b>Actividad antimicrobiana</b>						
	<i>S. aureus</i>		<i>S. mutans</i>		<i>C. albicans</i>	
	Acetona	Metanol	Acetona	Metanol	Acetona	Metanol
<b>Árnica</b>	0	1 mm	1.5 mm	<b>2 mm</b>	1.5 mm	<b>2 mm</b>
Menta	0	0	0	0	0	0

## **CONCLUSIÓN**

Se encontraron metabolitos como son fenoles, flavonoides y taninos, los cuales están relacionados con la inflamación, actividad antimicrobiana y su gran porcentaje de inhibición de radicales libres.

El tamiz fitoquímico mostró que la árnica obtuvo una mayor cantidad de metabolitos secundarios, en comparativa a la menta, de ahí que su actividad antimicrobiana fue más notoria.

Los valores obtenidos en las pruebas antiinflamatorias son de suma importancia, ya que nos muestran valores equiparablemente mayores a los del fármaco, por lo que se cree prudente continuar con la investigación de dichas plantas en vistas de nuevos principios activos con dicha actividad.

## TRABAJOS CITADOS

- Agra, M. B. (2007). Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. *Oecologia Brasiliensis* 11, 323-330.
- Macedo, R. E. (2006). Macedo, R. Pesquisa e desenvolvimento de novos medicamentos com atividade sobre o sistema nervoso central. *Psicofarmacología: fundamentos prácticos*.
- Santos, E. D. (2009). Santos, E. B., Da Estudo etnobotanico de plantas medicinais para problemas bucais no municipio de Jaaõ Pessoa. *Santos, E.B., Dantas, G.S., Santos, H.B., 2009. Estudo etnobotanico de plantas medicinais para problemBrazilian Journal of Pharmacognosy* 19, 321-324.
- Simo es, C. M. (1989). Plantas Medicinai s Populares do Rio Grande do Sul. *Simo es, C. M.: Plantas Medicinai s Populares do Rio GEditora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 3rd ed., 2-4.*

**ÁREA 4**

**HUMANIDADES  
Y CIENCIAS DE LA  
CONDUCTA**



**Área 4:** Humanidades y Ciencias de la conducta

**Nombre del docente:** Dr. César Silva Montes

Departamento: Humanidades

**Instituto:** Instituto de Ciencias Sociales y Administración

## MENSAJE

Es grato participar en la evaluación de las investigaciones de jóvenes que se interesan por la solución de los problemas en los diversos ámbitos de la educación. En principio porque renueva mis criterios para valorar investigaciones incipientes, pero que buscan resolver cuestiones añejas y actuales: desde la preocupación por la comprensión lectora, pasando por la implantación de experiencias lúdicas de enseñanza, hasta el debate sobre la calidad y evaluación educativa. La importancia de sus trabajos es una posibilidad para diseñar nuevas perspectivas de análisis y de solución a las deficiencias en el área de la educación formal. Aunque se recurra al lugar común de que la juventud es una esperanza, su participación para ayudar a las víctimas del sismo del 19 de septiembre de 2017 en la Ciudad de México es una muestra de esa realidad. En este sentido, su interés por la investigación es una muestra más de la necesaria intervención de la juventud en la sociedad y en la vocación académica de crear y difundir conocimiento. En el contexto de la era de la información o economía del conocimiento, como se le conoce al momento actual del planeta, el ideal y ser de las universidades y su estudiantado es generar conocimiento para el beneficio social, antes que para el sector el mercantil. También para hacer realidad el anhelo de que la investigación colabore al mejoramiento de las condiciones materiales y sociales de nuestro país.



# **DUELO Y RESILIENCIA EN MUJERES CON PÉRDIDA PERINATAL**

Trabajo recepcional, Programa de Licenciatura en Psicología  
Maribel Balderas Nájera  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

## **RESUMEN**

**E**l objetivo de la investigación fue identificar si existía un posible duelo activo en mujeres con diferentes tipos de pérdida perinatal. Se obtuvieron datos de noventa mujeres, la mayoría de un nivel socioeconómico "bajo". Así mismo se encontró que las mujeres con pérdida por embarazo ectópico reportaron mayores niveles de depresión que las mujeres con pérdida por alguna malformación, también se encontró que las mujeres con pérdida voluntaria presentaron mayores niveles de culpa. Se recomienda realizar estudios de investigación para profundizar sobre el proceso de duelo en mujeres con pérdida perinatal. El duelo perinatal es un tema que está empezando a reconocerse en los últimos años, su estudio es importante ya que gracias a su estudio pueden crearse pautas para el acompañamiento de mujeres con pérdida perinatal. Se podría considerar para estas futuras investigaciones el comparar todos los tipos de pérdida pero con una muestra más numerosa para que los resultados sean más favorables.

## **MARCO TEÓRICO**

Habría que comenzar por definir el embarazo, que es el periodo en el cual se forma el bebé por nueve meses dentro de la madre, a este periodo de formación se le conoce

como embarazo, lapso de tiempo comprendido que va desde la fecundación del óvulo por el espermatozoide, hasta el momento del parto. En este proceso se incluyen cambios tanto físicos como psicológicos de los cuales se detallaran a continuación.

## **CAMBIOS FÍSICOS QUE PRESENTAN LAS MUJERES EMBARAZADAS**

La mayoría de los cambios que pasan las mujeres durante el embarazo son fisiológicos, esto quiere decir que son parte de la experiencia del embarazo y se revierten al nacimiento del bebé, algunos de los cambios físicos que atraviesan las madres son los siguientes:

### **CAMBIOS EN EL PRIMER TRIMESTRE DEL EMBARAZO**

- Ausencia de menstruación.
- Aumento del volumen y de la sensibilidad de los pechos.
- Pigmentación más oscura de los pezones.
- Sensación de cansancio y sueño.
- Posibles náuseas y mareos, sobre todo, por la mañana.
- Aumento de peso de entre 1 y 2 kilos.
- Aumento del tamaño del útero.
- Aumento de las secreciones vaginales.
- Molestias leves en la pelvis.
- Frecuentes ganas de orinar.

### **CAMBIOS EN EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL EMBARAZO**

Por lo general la embarazada comienza a sentirse mucho mejor, en este segundo trimestre desaparecen algunas de las molestias iniciales, pero aparecen nuevas como lo son:

- Se aumenta cerca de 4 kilos de peso.
- Los pechos en algunos casos segregan calostro.
- Se pierde el talle.
- Se notan las primeras señales de los movimientos del feto.



- Aparece la línea negra debajo del centro del abdomen.
- Aparece el cloasma (manchas en la piel).
- Pueden surgir molestias físicas como ardor de estómago o congestión nasal.

## **CAMBIOS EN EL TERCER TRIMESTRE DEL EMBARAZO**

En este último trimestre, la embarazada no hace más que pensar en el parto, los cambios que aparecen en esta última etapa del proceso son mínimos aunque no menos importantes:

- Aumento de entre 3 y 5 kilos de peso.
- Aparición de cansancio y dolores de espalda de nuevo.
- Frecuentes ganas de orinar.
- Aumento de la transpiración.

## **CAMBIOS PSICOLÓGICOS EXPERIMENTADOS EN EL EMBARAZO**

Gómez, Aldana, Carreño y Sánchez (2006) mencionan que el embarazo y el puerperio (periodo que tarda el aparato reproductor en reponerse después del parto, consta de entre cinco y seis semanas) pueden traer muchos cambios emocionales, tanto para la madre como para su pareja y el resto de su familia. Al empezar el embarazo es normal que la madre experimente cambios constantes en sus sentimientos y en su estado de ánimo, son reacciones normales debido a las transformaciones que se producirán en la vida de la madre con el nacimiento de su hijo/a. Las futuras madres pueden llegar a sentirse alegres, tristes, ilusionadas, rechazadas, preocupadas e incluso llegar a sentirse rechazadas, puede que se sientan más necesitadas de compañía así como muestras de amor por parte de su pareja, familia y amistades.

Más adelante se puede ver un poco más a fondo los cambios emocionales que pasa la madre durante la adaptación de la madre al embarazo.

## **ADAPTACIÓN AL EMBARAZO**

Cuando una mujer se entera de que está embarazada, atraviesa un mar de emociones. Maldonado, Saucedo y Lartigue (2008, citado por Ridaura, 2015) son autores que se han dedicado a investigar los aspectos emocionales del embarazo, concuerdan en destacar

más allá de los procesos biológicos que pasan las mujeres, ya que existen una serie de procesos mentales que se llevan a cabo a lo largo de los nueve meses del embarazo que lo hacen ser una experiencia particularmente especial para las mujeres.

La gestación es un periodo de reajuste psíquico para la mujer. Este proceso incluye diferentes e importantes aspectos como el deseo de concebir un hijo con su pareja, la manera en que viven la gestación, las expectativas en cuanto al parto y la crianza del futuro hijo/a.

En la mente de la mujer embarazada se desarrollan variadas imágenes, esperanzas, temores y anhelos sobre su futuro bebé, como hijo de ella y de su pareja, como nieto de sus propios padres, como individuo con su propia forma de ser. A esta serie de elementos se les denomina representaciones maternas, que son tan importantes al igual que las transformaciones físicas por las que atraviesa la madre.

Otro punto que es importante tener en cuenta es la elaboración del hijo imaginario. El concepto del hijo imaginario, sugerido por Berbel y Pi-Sunyer (2001, citado en Ridaura, 2015) nos lleva al hecho de que "durante el embarazo la mujer y su pareja buscan un hijo que represente aquello que carecen y a lo que aspiran".

## **EVOLUCIÓN DE LAS REPRESENTACIONES MATERNAS Y EL HIJO IMAGINARIO DURANTE EL EMBARAZO**

### **PRIMER TRIMESTRE**

Pastor (2015) menciona que durante los primeros meses que atraviesa la mujer durante el embarazo, percibe al feto o al embrión como una parte más de su cuerpo que como un ser autónomo. La madre se plantea algunas preguntas referentes a su cuerpo, al futuro, a su pareja y a la relación que tiene con esta. Es un periodo en el que la madre recuerda su propia infancia, la maternidad de su madre e incluso las de embarazos anteriores para aquellas que ya han tenido esta experiencia antes.

El embarazo en esta etapa aún no es visible y muchas mujeres sufren de náuseas, vómitos y molestias peculiares de los cambios hormonales y en algunas la presencia del hijo es muy discreta o posiblemente difícil de asimilar.

Hasta el cuarto mes de embarazo hay muy pocas representaciones maternas referentes al futuro hijo. Ammantiti (1991) y Piontelli (2002), citados por Ridaura (2015)

mencionan que las primeras percepciones del feto como una "persona" se ligan a la manifestación de los primeros movimientos del feto. También en esta etapa, el ultrasonido toma una gran importancia porque les proporciona a los padres información en cuanto a la imagen del feto, observar los movimientos que tiene e incluso escuchar los latidos de su corazón.

## **SEGUNDO TRIMESTRE**

Entre el cuarto y séptimo mes, el bebé toma forma en la imaginación. Normalmente hasta que la mujer no está cien por ciento segura de su embarazo (por lo general, a partir de la doceava semana de gestación) no tiende a pensar específicamente en el bebé que va a tener. Esto es en especial cierto cuando la mujer con anterioridad ha tenido un aborto o considera por alguna razón que su embarazo es de alto riesgo.

También durante este trimestre las molestias que aparecen en el primer trimestre desaparecen y disminuye considerablemente el riesgo de un aborto espontáneo. Existe un equilibrio, se vuelve agradable estar embarazada: la madre se da cuenta que el bebé existe de verdad.

Durante el cuarto mes de embarazo, la experiencia con el feto real se ante posiciona a la imagen que tenía la madre gracias a los ultrasonidos y a los movimientos con más fuerza que el feto realiza, es aquí donde los padres hablan de su futuro hijo y comienzan a hacer planes para después del nacimiento.

El reconocimiento del embarazo ante la sociedad empieza a hacerse durante este periodo de tiempo: las personas lo ven, hablan de él y la futura mamá adquiere conciencia de esta presencia que vive en ella. El niño se convierte en un hecho más real y los proyectos son más firmes.

## **TERCER TRIMESTRE**

En este último trimestre del embarazo hay un periodo de angustias y duelo en la madre por la finalización de la gestación, la anticipación del parto y los pensamientos constantes sobre su futuro. Es en estos momentos cuando el feto pasa a convertirse en bebé. Hacia el séptimo u octavo mes de embarazo, el hijo imaginario está definido en su forma tal como lo está por el embarazo. El bebé dentro del vientre de la madre se mueve y a su vez crea sensaciones que le permiten a la madre fantasear con su hijo, pero es hasta el

momento del parto en donde la madre por fin puede oler, besar y tocar, es ahí cuando el hijo imaginario se confronta al hijo real.

La pérdida de un ser querido trae consigo una etapa posterior de adaptación, esta etapa se denomina duelo y se trata de un proceso normal y que es necesario. A continuación se describe lo que es el duelo y sus etapas.

## **¿QUÉ ES EL DUELO?**

Meza, García, Torres, Castillo, Suarez y Martínez (2008) definen:

El duelo es la reacción natural ante la pérdida de una persona, objeto o evento significativo; o, también, la reacción emocional y de comportamiento en forma de sufrimiento y aflicción cuando un vínculo afectivo se rompe, incluye componentes psicológicos, físicos y sociales, con una intensidad y duración proporcionales a la dimensión y significado de la pérdida.

En general, el proceso de duelo es un proceso normal por lo que no se necesitan situaciones especiales para su resolución. Suele pensarse que las personas atraviesan el proceso de duelo solo por muerte de algún ser querido, pero también debe saberse que se puede presentar ante cualquier pérdida, ya sea de algún objeto material, algún trabajo, entre otros.

## **APORTACIONES TEÓRICAS DEL DUELO**

A continuación, se presentarán algunos autores que estudiaron el tema del duelo, así mismo se presentará una breve descripción de sus aportaciones teóricas más relevantes.

### **SIGMUND FREUD**

Se atribuye a Freud (1917, citado por Ridaura, 2015) el haber delimitado el estudio de los procesos psicológicos respecto al duelo en el trascurso del siglo xx. Freud consideró en su trabajo "Duelo y melancolía" como una respuesta normal en el curso de la vida: "todos tenemos pérdidas, todos nos afligimos, todos sobrevivimos".

## WILLIAM WORDEN

Worden (1997, citado por Ridaura, 2015) define el duelo como un estado de pensamiento, sentimiento, y actividad que son consecuencia de la pérdida de una persona muy amada o alguna cosa muy querida y estos se asocian a síntomas físicos y emocionales.

## JOHN BOWLBY

Bowlby (1961, citado por Ridaura, 2015). Este autor define el duelo como "una respuesta adaptativa, que se basa en el valor del apego en la supervivencia".

## JORGE BUCAY

Bucay (2004, citado por Fonseca, 2010) define el duelo como "el más duro de los caminos, es el sendero del dolor y de las pérdidas". Sugiere que el duelo es una respuesta normal a una situación que nos hiere, en este caso la pérdida de algún ser amado o de algún objeto muy querido.

## ELISABETH KÜBLER-ROSS

Kübler-Ross (citada por Fonseca, 2010), pionera de la tanatología, menciona en su trabajo la teoría de que las personas conciben la muerte de distintas maneras, también pudo darse cuenta que las reacciones ante el duelo y su duración varían dependiendo de la persona.

## ETAPAS DEL DUELO

A continuación, se mencionaran las etapas del duelo desde la perspectiva de los autores mencionados con anterioridad:

Meza, García, Torres, Castillo, Suarez y Martínez (2008) señalan que el duelo se compone de tres grandes fases que se detallan a continuación:

1. El inicio o primera etapa: Esta etapa se caracteriza por un estado de *shock* más o menos intenso, la primera reacción es el rechazo a la noticia, la incredulidad que

puede llevar a la negación, esto se manifiesta en el comportamiento pasivo o por el contrario un comportamiento agresivo.

2. Etapa central: Como el nombre de la etapa lo menciona, esta etapa es el centro del mismo duelo; se caracteriza por un estado depresivo y es la etapa que mayor duración tiene.
3. Etapa final: En esta etapa podría decirse que viene la calma, la persona comienza a mirar hacia el futuro, tiene nuevos intereses y es capaz de volver a sentir nuevos deseos y externarlos.

## **WILLIAM WORDEN**

Este autor introduce la idea de tareas en lugar de hablar de fases, tomando en cuenta que las tareas se deben realizar para constituir el equilibrio y poder culminar el proceso de duelo que conlleva la pérdida, estas tareas son:

1. Aceptar la realidad de la pérdida: Cuando alguien fallece siempre se presenta una sensación de falsedad. En este sentido, la primera tarea consiste en hacer frente totalmente la realidad de que la persona está muerta, que se ha ido de este mundo y que jamás volverá. Aceptar esta realidad implica tanto aceptación intelectual como aceptación emocional, algunos rituales como el funeral podrían ser de mucha ayuda a que la persona que está pasando por el duelo pueda dirigirse hacia esta aceptación.
2. Trabajar las emociones y el dolor de la pérdida: Esta tarea hace referencia al dolor que trae consigo la pérdida ya sea dolor emocional, físico e incluso conductual. Negar esta tarea implica un bloqueo de sentimientos y la negación del dolor que se está sintiendo.
3. Adaptarse a un medio en el que el fallecido está ausente: La adaptación a un nuevo medio significa cosas diferentes para cada persona, depende de cómo fue la relación con la persona que falleció y de los roles que este desempeñaba. Esta tarea implica meramente la reubicación de la persona fallecida y muchos aspectos del entorno ante la pérdida.
4. Recolocarse emocionalmente al fallecido y continuar viviendo: Esta tarea se llama retiro gradual de la energía emocional y reinención en otra relación. Como su nombre lo indica, la persona nunca pierde los recuerdos de una persona significativa ni de la relación que mantuvo con él, el objetivo de esta tarea es que la

persona encuentre el lugar adecuado para el fallecido en su vida emocional, un lugar que le permita seguir viviendo su vida normal ante su ausencia.

## **JOHN BOWLBY**

A continuación las etapas del duelo descritas por John Bowlby:

1. Fase de "choque o incredulidad y embotamiento": Bowlby menciona que es un periodo en el cual la persona que presenta el proceso de duelo se encuentra aturdida, la duración de esta etapa es variable puede durar algunas horas o incluso dos semanas. Durante este tiempo la persona que experimenta un sentimiento de vacío y no es capaz de asimilar la pérdida intelectualmente, son incapaces de concentrarse y en ocasiones solo aceptan información selectiva.
2. Fase de "nostalgia y búsqueda": Esta fase tiene inicio cuando la realidad del difunto empieza a imponerse, se caracteriza por un lapso de tiempo en el que la persona que está pasando por un duelo experimenta episodios de ira, culpa y perturbación, pensamientos e imágenes alucinatorias, episodios de llanto y desesperación. Esta etapa aparece como un intento inconsciente de buscar a la persona fallecida.
3. Etapa de "desorganización": Es importante que esta etapa no sea confundida con el trastorno depresivo ya que muchos de los síntomas que se manifiestan en esta fase suelen confundirse con dicho trastorno, algunos de los síntomas que aparecen en esta etapa son la presencia de tristeza, la disminución en el autoestima, la falta de atención y el retraimiento social, este periodo tiene una duración aproximada de entre seis meses y un año, el paso del tiempo permite la reincorporación de la persona que atraviesa este proceso de duelo a las actividades que acostumbraba realizar en su vida diaria.
4. Etapa de "reorganización": En esta etapa final se produce meramente la total aceptación de la pérdida, la persona comienza a estabilizar su vida y sus relaciones familiares e incluso tiene interés por hacer planes a futuro.

## **JORGE BUCAY**

Bucay hace referencia a siete etapas del proceso de duelo las cuales serán descritas brevemente a continuación:

1. Etapa de incredulidad: Cuando a una persona le llega la noticia de que un ser querido ha fallecido, lo primero que hace es pensar "no es cierto", piensa que podrían estar confundiendo de persona, si la noticia es inesperada puede traer consigo una fuerte reacción de *shock*, ya que este es un mecanismo de defensa y protege de esa noticia, esta etapa puede durar unas horas o incluso días.
2. Etapa de regresión: Esta etapa implica un gran dolor, ya que la persona que está experimentando el duelo de repente toma conciencia de que su ser querido ya murió y esto lo hace pasar por una explosión de emociones fuertes, la persona grita, estalla en furia y llanto, durante esta etapa lo mejor es que la persona exprese lo que siente sin limitarlo, en esta etapa es inútil hacerlo tomar conciencia de que la persona falleció.
3. Etapa de culpa: En esta etapa la persona tiende a pensar qué hubiera pasado si la persona no hubiera muerto, qué hubiera podido hacer para evitar su muerte.
4. Etapa de furia: Durante este periodo aparece la ira en la persona que está pasando por el duelo, el odio a la vida hacia Dios, odio hacia la persona que se crea responsable de la muerte, incluso en ocasiones este odio se extiende al difunto por abandonarlo y a veces a su misma persona. Esto trae beneficios a la persona que pasa por el duelo ya que, descargar la furia lo ayudará a aclarar la situación y a protegerse del dolor y la tristeza.
5. Etapa de desolación: En esta etapa la persona atraviesa por una profunda tristeza y mucho temor debido a que surge la impotencia, pues el doliente se da cuenta que su ser querido ha muerto y eso es irreversible, esta etapa es acompañada comúnmente de la soledad, la persona experimenta la ausencia eterna y se da cuenta del gran cambio que habrá en su vida y que esta no volverá a ser como antes.
6. Etapa de fecundidad: En el transcurso de esta etapa, el doliente experimenta la desesperanza, identifica características de su ser querido con él y tiende a sobrevalorar las cualidades del difunto llegando a idealizarlo.
7. Etapa de aceptación: La persona que está experimentando el duelo comienza a independizarse de la persona fallecida, así mismo comienza a evaluar su situación para adaptarse a las nuevas circunstancias y así poder unirse de otra manera con su ser querido.



## ELISABETH KÜBLER-ROSS

A continuación las etapas del duelo descritas por Kübler-Ross:

1. Negación y aislamiento: Elisabeth menciona que en esta etapa, el deseo por que la persona que falleció siga viva es tan intenso que la persona es incapaz de aceptar la pérdida. En un principio la persona recurre a la negación al igual que tiende a buscar estar aislado y en soledad.
2. Rabia: Cuando la persona empieza a comprender que la persona querida ya no está, cuando ya no puede negar la realidad, surge la ira y el enojo que son externalizados por la persona, es una etapa muy difícil pues a veces es incontrolable, se genera una crisis en contra de las personas y a veces cuestionan sus creencias religiosas.
3. Negociación: En esta etapa del duelo el doliente trata de hacer algunas promesas a la vida y/o a Dios para intentar recuperar a su ser querido o para sentirse mejor.
4. Depresión: Al no encontrar manera de salir del dolor, angustia y culpa; los sentimientos de enojo y frustración de pronto se convierten en una profunda tristeza y desesperanza.
5. Aceptación y reorganización: Esta es el cierre del duelo en donde la persona que atraviesa por la pérdida reordena su vida, modifica su comportamiento y comienza a adaptarse a su nueva vida sin su ser querido.

## REACCIONES ANTE EL PROCESO DE DUELO

A continuación se presentaran algunas de las reacciones que se pueden presentar en los procesos de duelo a nivel conductual, emocional, cognitiva y física:

### REACCIONES CONDUCTUALES

Dificultades en los hábitos de sueño. Coronado, Espejel, Olazagasti y Ruiz (2014) mencionan que después de enfrentarse a la muerte de un ser querido, es bastante obvio que la persona que enfrenta el duelo presente problemas o irregularidades en cuanto a las necesidades o hábitos de sueño, ya que por cansancio o por estar hundidos en el profun-

do dolor no consigan descansar correctamente, incluso hay personas que pueden tener pesadillas con la persona fallecida.

Hábitos de alimentación. En ocasiones los hábitos de la alimentación cambian ya que frecuentemente las personas están sumergidas en la tristeza que las invade y dejan de comer; o bien, pasan del otro lado y tienden a comer demasiado debido a la ansiedad que les provoca la ausencia de la persona fallecida.

Dificultades para concentrarse. A las personas se les puede dificultar concentrarse en las labores cotidianas, esto puede ser justificable debido a que el cansancio o la tristeza e incluso por estar pensando en su ser querido, pareciera que están ausentes o tienen dificultad para centrar su atención en algo que les interesa.

Soledad. Después a una pérdida es normal que la persona busque momentos de soledad, aunque a veces es difícil para los demás respetar este tiempo que las personas buscan para estar solos, pero es importante que se respete, ya que este tiempo sirve para que la persona aclare y acomode sus pensamientos y emociones.

Soñar con el difunto. Esta experiencia puede darse también después de la muerte de un ser querido ya que a veces se extraña tanto a esa persona que se puede inmiscuir en sus sueños, dependiendo de estos puede ser la reacción de la persona que está pasando por el duelo.

## REACCIONES EMOCIONALES

Worden (1991, citado por Hernández, 2006) menciona que las reacciones emocionales que presenta una persona que está atravesando un duelo son sentimientos de tristeza, rabia (contra él mismo e incluso pensamientos suicidas), irritabilidad, culpa, reproches a sí mismo, ansiedad, soledad, cansancio, *shock*, alivio y anestesia emocional.

## REACCIONES COGNITIVAS

Worden (1991, citado por González y López, 2013) menciona que en la esfera cognitiva destaca la incredulidad ya que a la persona se le dificulta asimilar la muerte de su ser querido, está confundido por la situación, así mismo puede presentar alucinaciones visuales y auditivas, también puede presentar preocupación por lo que vendrá, debido a que la persona cuando se enfrenta a diversas situaciones que le generan algún tipo de estrés tiene que encontrar una manera defensiva para evitar perder el control.

## REACCIONES FÍSICAS

Aguilar (2012) menciona que las manifestaciones físicas que por lo regular presenta la persona que atraviesa por un proceso de duelo son:

- Opresión en el pecho
- Opresión en la garganta
- Hipersensibilidad al ruido
- Falta de aire
- Debilidad muscular
- Falta de energía
- Sequedad en la boca
- Vacío en el estómago
- Sensación de despersonalización

Dentro del proceso de una pérdida, existe de manera especial las pérdidas de madres que pierden a sus hijos durante su embarazo o durante los primeros días de nacimiento. Se presentará a continuación la definición de duelo perinatal.

## DUELO PERINATAL

López (2010) nos dice que el duelo perinatal es cuando se produce una pérdida durante el embarazo, la vida y la muerte caminan juntas.

Ridaura (2015) menciona que para la Organización Mundial de la Salud (OMS), el periodo perinatal va desde las 22 semanas de gestación hasta la primera semana de nacido el bebé. Kowalski (1987, citado por Ridaura, 2015) extiende el periodo perinatal desde la concepción del embarazo hasta el primer año de vida del bebé; él incluye como pérdidas perinatales los embarazos ectópicos, espontáneos e inducidos, también la muerte intrauterina e intraparto y la muerte neonatal y postnatal. Theut, Pedersen, Zaslow *et al.* (1989) y Moscarello (1989, citados por Ridaura en el 2015) definen la pérdida perinatal del feto en cualquier momento del embarazo, incluyen también las muertes neonatales hasta los 28 días de vida del bebé después del momento del parto.

A continuación se describirá brevemente las formas de duelo convenientes para los objetivos de este trabajo.

## **DIFERENTES FORMAS DE DUELO**

Duelo patológico: Aguilar (2012) nos menciona que el duelo patológico es la intensificación en que la persona que está pasando por el duelo recurre a conductas desadaptativas, suele permanecer en este estado sin mejorar en su proceso de duelo para llegar a su resolución.

Duelo por muerte súbita: Este tipo de duelo es el que se le adjudica a los papás que han atravesado una pérdida perinatal, porque es una de las formas en la que el bebé muere inesperadamente. Este tipo de duelos que son producidos sin aviso previo requieren una comprensión especial ya que no se esperaba la muerte. Por su parte, Parkes (1975) (citado por Ridaura en el 2015) considera que este tipo de pérdidas son más complicadas de llevar que cualquier otro tipo de muerte en las que se hace un aviso previo de la próxima muerte, pues deja a la persona con la sensación de que lo acontecido no pasó en realidad al mismo tiempo, se activan los sentimientos de culpa en la persona.

A continuación se describirán brevemente los tipos de pérdida perinatal:

### **TIPOS DE PÉRDIDA PERINATAL**

- Aborto espontáneo. López (2010) define el aborto espontáneo como la terminación natural del embarazo, antes de que el feto sea aceptable. Aunque no siempre resulta tan traumática, este tipo de pérdidas pueden acompañarse de síntomas de duelo, de intensidad y duración relacionada con el periodo gestacional. El que el embarazo termine por aborto es una pérdida no reconocida socialmente ni sanitariamente, si no hay vida, no hay muerte y mucho menos duelo.

Para Côte-Arsenault y Marshall (citado por López, 2010) señalan que la mujer se siente defraudada por su propio cuerpo, como si hubiera fallado como mujer, es por esto que la mujer se siente culpable y se reprocha a sí misma por fallar en el embarazo. Para la mujer con este tipo de pérdida es muy difícil explicar por qué ya no habrá bebé a las mismas personas que poco tiempo antes les había dado la noticia de que se convertiría en madre; de igual manera, es incómodo que quienes no conocen lo que sucedió le pregunten por su embarazo.

- Aborto voluntario. Tomar la decisión de terminar voluntariamente el embarazo puede desatar una sintomatología del duelo. Pepper (1987, citado por López, 2010) fue el primero en recabar información sobre la respuesta de duelo tras un aborto voluntario, encontró que la respuesta de la mujer era similar a la de las mujeres con aborto espontáneo: la confidencialidad es grande pero lo es más grande en el aborto voluntario.
- Interrupción voluntaria de embarazo por problemas del feto o amenaza para la salud materna. La mayor parte de estas pérdidas se producen cuando los papás saben que el bebé viene con alguna malformación o alguna enfermedad, las mujeres que deciden abortar por este tipo de situaciones se ven envueltas en sentimientos de culpa y vergüenza, no solo porque el bebé es portador de alguna malformación/enfermedad si no por tomar la decisión de darle terminación a su vida.
- La pérdida por feto muerto intraútero, intraparto (mortinato). Se conoce como pérdida intrauterina al nacimiento de un bebé que nace sin signos vitales después de las 24 semanas de embarazo, el bebé pudo haber muerto durante el embarazo (a esto se le conoce como muerte intrauterina), durante la labor de parto o durante el nacimiento. La muerte de un bebé en el vientre de la madre causa un dolor que puede ser insuperable, ya que los padres pasan de sentir una ilusión y alegría enormes de tener un nuevo bebé a sentir el dolor más horrible que pueden atravesar que es la pérdida de su bebé (Vogelmann, Sánchez, Sartori y Speciale, 2008).

## LOS PADRES Y LA PÉRDIDA

Fonseca (2010) menciona que la muerte de un bebé siempre será un motivo para sentir pesar e incertidumbre, ya que un bebé representa vida, futuro y esperanza. Cuando la muerte de un bebé se presenta en una familia ocasiona un inmenso dolor, crisis y un desequilibrio emocional en cada uno de los miembros de la familia, esto trae consigo emociones negativas como lo son la frustración, ira e impotencia, así mismo se siente una gran tristeza, culpa, un enorme vacío emocional y físico, ya que la madre siente que al perder a su bebé pierde una gran parte de sí misma, que ya comenzaba a adaptar su vida a la llegada del bebé y tenía grandes expectativas acerca de ser madre. Cuando esta pérdida es inesperada, la madre puede experimentar la etapa de negación más intensa que las demás etapas, así mismo, la etapa de *shock* puede llegar a ser más duradera porque el dolor esta cohibido, la madre podría llegar a sentirse muy confundida y agobiada.

Por otra parte la reacción que tiene el padre ante esta pérdida puede llegar a ser un tanto indolente, pues podría sentirse forzado a ser el que tiene la fortaleza para apoyar, proveer, cuidar y reconfortar a su pareja y a su familia. No hay que dejar de lado lo que el padre siente ya que él también está experimentando el dolor de perder a su primogénito quien representaba una figura de sí mismo y en el que también había depositado expectativas e ilusiones. El Centro Nacional de Recursos por muerte súbita infantil (NSRC, por sus siglas en inglés) señala que frecuentemente se espera de los padres sean la "roca" para sus parejas, con frecuencia se piensa que sean los que tienen que ayudar en los aspectos prácticos pero no sentimentales que rodean la muerte; se espera que sean los que no muestran sus sentimientos o que no lloran abiertamente, que no tienen que quebrarse. Cuando pasan por una pérdida, con frecuencia se les pregunta cómo están sus mujeres pero nunca se les pregunta cómo están ellos, esto para ellos implica una enorme carga que está fuera de sus manos controlar y le arrebató su derecho y necesidad urgente de llorar; es común que los papás se sientan abrumados, ignorados, aislados y abandonados, ya que ellos continúan como el pilar de la casa en cuanto a lo económico y el sostén emocional, mientras que ellos viven con el corazón roto sin poderlo expresar.

De acuerdo con Mandujano (2013), el duelo que trae consigo la pérdida de un bebé afectará en gran mayoría la relación de pareja, se rompe la comunicación, las expresiones afectivas, en especial las relaciones sexuales, aparecen también malos entendidos verbales, particularmente por parte del hombre, ya que el apego paterno es más intelectual o físico que emocional, la relación del padre con la madre es más dictada por las responsabilidades que tiene que cumplir, como se mencionó anteriormente, se espera que sea el soporte de la mujer y al mismo tiempo sea el que comunique las malas noticias y sea el encargado de preparar el funeral.

## **RESILIENCIA**

Rutter (1993, citado por Palomar y Gómez, 2010) define resiliencia como la capacidad que tienen las personas para desarrollarse psicológicamente sanas y exitosas a pesar de estar expuestas a situaciones adversas y que estas amenacen su integridad.

García del Castillo, García del Castillo-López, López-Sánchez y Dias (2010) mencionan que no se trata de que la persona sea invulnerable ante las adversidades, si no que consiga superarlas adecuadamente y sin que esto tenga consecuencias negativas para ella,

así mismo señalan que una de las características importantes es que la persona consiga beneficios posteriores después de pasar por esos problemas.

## **CARACTERÍSTICAS PARA DESARROLLAR RESILIENCIA**

Saavedra (2005, citado por Palomar y Gómez, 2010) menciona que para que una persona desarrolle resiliencia intervienen los factores protectores en las siguientes áreas:

- Factores personales: Nivel intelectual, elevado en el área verbal, disponibilidad al acercamiento social, humor positivo y un buen equilibrio en el estado biológico.
- Factores cognitivos y afectivos: La empatía, una buena autoestima, motivación de logro, sentimiento de autosuficiencia y confianza en que los problemas se resolverán.
- Factores psicosociales: Un ambiente familiar agradable, una amplia comunicación, una estructura familiar estable y buena relación con los pares.

## **RESILIENCIA Y SALUD**

Las habilidades que desarrollan las personas resilientes son aquellas que consiguen mejorar y optimizar sus recursos para el mantenimiento de la salud. Algunas de las cuales se pueden adaptar al comportamiento.

Habilidades descritas por Palomar y Gómez (2010)

- Rápida respuesta ante el riesgo: Permite actuar con rapidez ante los riesgos de salud que implican un mayor nivel de protección.
- Madurez precoz: Un elemento importante para el mantenimiento de la salud es contar con la capacidad de autogestión de sí mismo lo antes posible.
- Búsqueda de información: La información es una de las variables más importantes para manejar adecuadamente los riesgos de salud.
- Relaciones interpersonales positivas: El contar con una red de relaciones interpersonales que puedan ayudar en una situación de riesgo de salud.
- Optimismo: Es la capacidad de pensar en positivo ante situaciones en las que se ponga en riesgo la salud.
- Asunción de responsabilidad: Esto es la capacidad de hacerse responsable ante situaciones de salud.

El concepto de afrontamiento es muy similar al concepto de resiliencia y puede llegar un punto en el que puede confundirse. Becoña (2006) afirma que el afrontamiento puede entenderse como un resultado de la resiliencia.

Vogelmann, Sánchez, Sartori y Speciale (2008) mencionan que con anterioridad se ha hablado del modo en que las personas hacen frente a los sucesos eminentes estresantes como la muerte de un ser querido utilizando el término de afrontamiento

## **AFRONTAMIENTO**

Lazarus y Folkman (1986, citado por González y López, 2013) definen el afrontamiento como aquellos esfuerzos cognoscitivos y conductuales cambiantes continuamente que se desenvuelven para poder lidiar con las situaciones específicas, externas y/o internas valoradas como residuales y abundantes de los recursos del individuo. Estos autores comprenden que el afrontamiento establece un proceso variante con el fin de la adaptación del individuo, en el que la persona y el entorno se relacionan de forma permanente, además, señalan que las personas varían sus modelos de estrategias de afrontamiento en función del tipo de problema que tienen que resolver. Por su parte, Everly (1989, citado por González y López, 2013) define el afrontamiento como un impulso para minimizar o eliminar los efectos opositores del estrés, impulsos que pueden ser psíquicos o conductuales.

El afrontamiento es parte de los recursos psíquicos de cualquier ser humano que participan en la vida de una persona, los autores antes mencionados señalan que el afrontamiento es el proceso que pone en marcha la persona para poder lidiar con las situaciones estresantes. Las estrategias de afrontamiento dependen meramente de los recursos disponibles que tenga la persona y de sus limitaciones, ya que pueden dificultar el uso de estos recursos en la solución de una determinada situación, en este caso un duelo.

A continuación se mostrarán algunos de los estudios que previamente tocaron el tema de pérdida perinatal.

## **ANTECEDENTES**

Domínguez (2013) elaboró una prueba piloto para conocer la capacidad y la disposición del personal sanitario en el acompañamiento al duelo perinatal, en donde se evaluaron las capacidades, factores externos y la disposición de acompañamiento al duelo peri-



natal por parte del personal que trabaja en servicios paritorios y hospitalización en el hospital universitario Miguel Servet en Zaragoza y en el hospital de alta resolución del prineo (HARP) que se dedican a atender a parejas con una pérdida perinatal. Para llevar a cabo esto, se seleccionaron 28 personas del personal de un hospital terciario como el Hospital Servet y un hospital de primer nivel como el HARP, a los cuales se les entregó un consentimiento informando a cada participante sobre la confidencialidad, tanto en la recopilación de datos, como en el automatizado de datos obtenidos; así mismo, se les entregó el instrumento piloto realizado. Se encontró que el personal al que se le aplicó esta prueba piloto no estaba capacitada para el acompañamiento del duelo perinatal, por su parte, la prueba piloto mostró validez, viabilidad y confiabilidad.

Desde otro ángulo, Laverde (1998) realizó una investigación llamada "Mortalidad perinatal y duelo materno" que tuvo como objetivo determinar la naturaleza del duelo en los pacientes seleccionados como grupo de estudio, precisando a la vez cada una de las variables que en este se incluyeron. Las veinte pacientes se seleccionaron al azar estableciendo si estas sufrían de una reacción de duelo ante la muerte de su hijo en el periodo perinatal para conformar el grupo de comparación, luego se identificaron cada una de las variables a estudiar mediante las entrevistas psiquiátricas, la revisión de los historiales clínicos, tanto de la madre como la de los niños y la aplicación de un cuestionario con categorías discretas. Todas las mujeres fueron de nivel socioeconómico bajo, religión católica, sin antecedentes psiquiátricos o antecedentes de hiper-reacción a situaciones estresantes. Se encontró en los resultados que los factores que influyeron para favorecer el desarrollo de un duelo normal están dados por la posibilidad de vincularse la madre con el hijo en forma concreta y no solo en la fantasía, es decir, que la madre tenga bastante contacto visual y táctil con sus hijos enfermos, moribundos o muertos y que reciba suficiente información acerca de la condición de su hijo. Otro factor que se investigó fue la captación de los movimientos fetales por parte de la madre, pues se supone que entre más temprana sea la captación, mayor sea la posibilidad de vínculo, esta variable no pudo establecerse de manera consistente, por lo tanto, no se incluyó en el tratamiento estadístico del estudio. Esta investigación menciona que las madres que no entran en contacto visual y táctil con su hijo no logran elaborar un duelo, la respuesta propuesta por el investigador señala que este grupo de mujeres se relacionan más con el hijo imaginario y no con el hijo real, ya que este tipo de relación es consigo misma, es decir, una relación de tipo narcisista.

## **JUSTIFICACIÓN**

Se considera que investigar este tema tiene una gran importancia porque hay personas acostumbradas a ver cómo las personas afrontan un duelo por una persona con una experiencia de vida y logran superar su pérdida, ¿pero qué pasa con aquellas personas que no logran sobrellevar un duelo por una personita que no tuvo una experiencia larga de vida? Muchas de las veces se piensa que el dolor por la pérdida de un bebé en sus primeros días e incluso antes de nacer es mucho menor, ya que no tuvo una vida prolongada. Pero podría no ser así, ya que el dolor puede ser tan intenso como en cualquier caso de pérdida, más aún tratándose de un hijo. La pérdida siempre será una pérdida.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Identificar si existe un posible duelo activo así como reconocer los niveles de resiliencia en mujeres con pérdida perinatal.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar si existe un posible duelo activo en mujeres con pérdida perinatal.
2. Identificar los niveles de resiliencia en mujeres con pérdida perinatal.

## **HIPÓTESIS**

Para la presente investigación se elaboraron las siguientes hipótesis:

- H1: Se espera que las mujeres con pérdida perinatal muestren duelos activos y bajos niveles de resiliencia.
- H2: No se espera que las mujeres con pérdida perinatal muestren duelos activos y bajos niveles de resiliencia.

# MÉTODOS

## PARTICIPANTES

Se evaluaron los registros que se aplicaron de manera electrónica en el periodo de enero-febrero del 2016 a noventa mujeres con pérdida perinatal.

## INSTRUMENTOS

Se empleó la escala de duelo perinatal (conocida como la perinatal *grief scale* por su nombre en inglés) la versión adaptada a la población mexicana por Mota, Calleja, Aldana, Gómez y Sánchez (2010). Este instrumento cuenta con 33 ítems que están distribuidos en tres subescalas de 11 reactivos cada una: (a) Duelo activo que corresponde a las reacciones normales del duelo; (b) dificultad para afrontar la pérdida, que describe el estado de salud mental incluyendo los síntomas depresivos, sentimientos de culpa, falta de apoyo social y problemas en la relación de pareja; y la tercera, (c) desesperanza, que indica síntomas que perduran en el tiempo y que dependen, entre otras cosas de los recursos de afrontamiento de las mujeres que experimentan el duelo Goldbanch, Dunn, Lasker & Toedter (1991, citado por Mota, Calleja, Aldana, Gómez y Sánchez, 2010). Esta escala es de tipo Likert, utilizando las opciones de respuesta que van de definitivamente sí, equivalente a 4 puntos, a definitivamente no, equivalente a 1 punto. El puntaje total de la escala es de 33 puntos reflejando que no hay complicaciones en el proceso de duelo y 135 siendo la mayor puntuación reflejando complicación en el duelo.

Así mismo, se empleó la escala de resiliencia mexicana adaptada a la población del norte por Camacho (2015). Este instrumento cuenta con 43 reactivos distribuidos en 5 subescalas: (a) fortaleza y confianza en sí mismo, se refiere al sentimiento de adecuación, eficiencia y competencia que tienen las personas que afrontan los retos y amenazas a las que se enfrentan a lo largo de su vida, (b) competencia social, refiriéndose a la capacidad o habilidad de la persona para involucrarse exitosamente en su ambiente y poder satisfacer sus necesidades al ejercer influencia en sus pares (en el sentido de ser tomado en cuenta), esta es una cualidad que se relaciona con la salud, el ajuste de las emociones y el bienestar de las personas, (c) apoyo familiar se refiere al tiempo que pasan los miembros de la familia, la lealtad y la fortaleza de los propios lazos familiares;

(d) apoyo social, este se refiere a los vínculos que tiene la persona con un grupo de personas con las cuales puede comunicarse, ser solidario y confiar en ellos; (e) estructura, se entiende como las reglas y actividades que las personas realizan y que les facilita tener un orden y organización en su vida. Esta escala es de tipo Likert utilizando opciones de respuesta que van de totalmente en desacuerdo, equivalente a 1 punto a totalmente de acuerdo equivalente a 4 puntos.

## **PROCEDIMIENTO**

En cuanto al procedimiento, se realizó una convocatoria de manera electrónica en grupos de la red social Facebook, dedicados al apoyo de mujeres con pérdida perinatal. Las mujeres que estuvieron de acuerdo con participar se les solicitó su consentimiento para participar contestando los instrumentos de manera electrónica, seguido de esto se les informó que los datos eran confidenciales y se les envió por correo o mensaje privado los instrumentos.

La información de las participantes se recolectó en una base de datos Excel para después realizar los análisis estadísticos descriptivos utilizando el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS, por sus siglas en inglés).

## **RESULTADOS**

### **PARTICIPANTES**

Se analizaron los registros que se aplicaron de manera electrónica en el periodo de enero-febrero del 2016 a noventa mujeres con pérdida perinatal por motivos variados cuyo lapso de tiempo en el que ocurrió la pérdida va de un año o menos siendo el 74.4 % de la muestra el correspondiente a este periodo de tiempo, el 25.6 % corresponde a las mujeres con pérdida mayor a un año. El grupo estuvo conformado por 90 mujeres de las cuales el 63.3 % son originarias y residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua, el 17.8 % residen en Argentina y el 18.9 % en el centro del país, el 73.3 % corresponde a un nivel socioeconómico "bajo" y el 26.7 % a un nivel socioeconómico "alto", el rango de edad fue de los 15 a los 40 años, con una edad promedio de 26.67 años, desviación típica (DT) de 5.728.

Para propósitos de esta investigación se formaron cinco grupos tomando como referencia el motivo de la pérdida perinatal. El 31.1 % reportan haber tenido una pérdida por embarazo ectópico, el 23.3 % un aborto espontáneo, el 31.1 % un aborto voluntario, el 7.8 % reportan una pérdida debido a negligencia médica y el 6.7 % a causa de alguna malformación.

## ANÁLISIS DE DATOS

No se encontraron diferencias significativas en cuanto a resiliencia en los cinco grupos de mujeres con pérdida perinatal con respecto a Aceptación  $F(4, 89) = 0.257, p = 0.905$ ; Fortaleza y confianza en sí mismo  $F(4, 89) = 0.273, p = 0.894$ ; Competencia social  $F(4, 89) = 0.142, p = 0.966$ ; Apoyo familiar  $F(4, 89) = 0.187, p = 0.945$ ; Apoyo social  $F(4, 89) = 0.778, p = 0.543$ .

Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en la escala de duelo perinatal, en las subescalas de Depresión  $F(4, 89) = .2.590, p = 0.042$ ; Culpa  $F(4, 89) = 4.311, p = 0.003$  y marginalmente significativas en la subescala de Duelo Activo  $F(4, 89) = 2.86, p = 0.06$ .

Se realizó un Post Hoc Test (Bonferroni) en las variables que se encontraron diferencias significativas para determinar entre qué grupos se encontraban las diferencias. En la subescala de depresión la diferencia entre mujeres con pérdida por embarazo ectópico y mujeres con pérdida por malformación fue significativa (diferencia entre medias = 6.00, error estándar = 1.87), donde las mujeres con pérdida por embarazo ectópico reportaron mayores niveles de depresión que las mujeres con pérdida por alguna malformación.

En la subescala de Culpa la diferencia entre mujeres con pérdida por embarazo ectópico y mujeres con pérdida voluntaria fue significativa (diferencia entre medias = -3.0357, error estándar = 0.81), donde las mujeres con pérdida voluntaria presentaron mayores niveles de culpa.

## DISCUSIÓN

El objetivo de la investigación fue identificar si existía un posible duelo activo en mujeres con pérdida perinatal por motivos variados.

El grupo estuvo conformado por mujeres con pérdida perinatal de las cuales la mayoría son originarias y residentes de Ciudad Juárez Chihuahua, otras residen en Argentina, el centro del país, la mayoría corresponde a un nivel socioeconómico "bajo". Por motivos de la investigación se agrupó a las mujeres según el tipo de pérdida que habían tenido. Se encontró que la cantidad de mujeres que han tenido una pérdida por embarazo ectópico y por aborto voluntario fue significativamente mayor a las mujeres que han tenido aborto espontáneo, pérdida por negligencia o alguna malformación.

Dentro de la subescala de depresión se encontró que existe una diferencia entre grupos, los grupos de mujeres que presentan pérdida debido a embarazo ectópico y pérdida por alguna malformación son los que presentan diferencia significativa, donde el grupo de mujeres con pérdida por embarazo ectópico son las que presentan mayores niveles de depresión. Este sentimiento de tristeza probablemente se justifique debido a que la madre al pasar por este tipo de pérdidas se ve imposibilitada de ver concretados sus proyectos alrededor de la maternidad.

En la subescala de culpa se encontró una diferencia entre grupos significativa, los grupos que presentan diferencia significativa son mujeres con pérdida voluntaria y embarazo ectópico, donde las mujeres con pérdida voluntaria presentaron mayores niveles de culpa. Aunque la mujer que se realiza un aborto voluntario puede sentir alivio al principio, este es pasajero ya que viene seguido de varios sentimientos y conductas negativos que le dificultan elaborar un duelo "normal" por esa pérdida y aparece la posibilidad de sumirse en un estado patológico (depresión o melancolía), que puede durar meses, años o toda la vida. Lo primero que aparece es un sentimiento de culpa bastante fuerte que está ligado primero, al hecho de reconocerse como la responsable de la muerte de un humano que venía en camino, el propio hijo; segundo, por la connotación social que tiene el aborto provocado: un asesinato que, como cualquier otro, tiene consecuencias penales. Entonces la mujer se siente una criminal que está obligada a guardar silencio para no ser descubierta y por lo tanto, evita buscar ayuda, la mayoría de mujeres que deciden abortar lo hacen en momentos de conmoción, ansiedad, miedo e impotencia en los cuales, no suelen hacer una reflexión de las consecuencias que el aborto trae, solo piensan en "deshacerse" de un problema, sin pronosticar que ello les traerá otros; esto aumenta el sentimiento de culpa, pues hay un remordimiento por haber actuado precipitadamente. En muchas ocasiones, el sentimiento de culpa puede ser irreversible, lo cual indica que permanece durante toda la vida.

En cuanto a la escala de duelo activo se encontraron diferencias marginalmente significativas entre grupos, siendo el grupo de mujeres con pérdida por negligencia médica

quienes reportan mayores niveles de duelo activo a diferencia de los demás grupos. Interpretando este resultado con cautela por ser no significativo, se podría decir que en las mujeres que han perdido un bebé por negligencia médica existe un dolor inmenso que no ha sanado, ya que muy probablemente ronda por su mente "si no hubiera pasado esa negligencia, mi hijo seguiría vivo", imposibilitando así el cierre del duelo.

La muerte por pérdida perinatal resulta difícil de enfrentar por los padres, pero sobre todo por las madres, ya que este tipo de pérdida rompe con el proceso "natural" de la vida debido a que representa una ruptura en las expectativas respecto a los procesos biológicos. El tema merece que se le dé una mayor importancia ya que las mujeres que pasan por este duelo se sienten incomprendidas al momento de estar atravesando esta situación tan difícil, debido a que las personas hacen comentarios como "estaba muy pequeño ya tendrás más hijos" frases como esta, son las que hacen que a estas mujeres se les dificulte más salir de esta situación tan dolorosa, así que más investigaciones sobre este tema ayudarían a educar a la gente sobre el proceso que enfrentan estas mujeres con pérdida.

## **CONCLUSIONES**

Se encontraron diferencias significativas entre grupos en cuanto a la escala de duelo perinatal en las subescalas de depresión, culpa y duelo activo, los grupos en los cuales se presentaron estas diferencias significativas fueron el grupo de mujeres con pérdida por embarazo ectópico, aborto voluntario y el grupo de muerte por malformación, en cuanto a la subescala de duelo activo se encontró que el grupo de mujeres con pérdida por negligencia médica presentaba diferencia marginalmente significativa, sin embargo, en la escala de resiliencia no se encontraron resultados significativos. Se podría considerar para futuras investigaciones el comparar todos los tipos de pérdida, pero con una muestra más numerosa para que los resultados sean más favorables. La investigación de este tema es favorable, ya que, gracias a esto, se pueden identificar los factores que influyen en la resolución o complicación del duelo perinatal, así mismo, pueden crearse nuevas estrategias que pueden emplearse en el acompañamiento a mujeres con este tipo de pérdida.

## ANEXOS

### RELATO DE UNA MADRE CON PÉRDIDA PERINATAL

Maribel, muchas gracias por tus palabras y por prestar atención a casos como estos, como el mío y como el de muchas otras mujeres.

Cuando me sucedió, en verdad lloré de día y de noche, incluso me atreví a criticar, a enojarme y a cuestionar a Dios, Mi Dios que siempre ha estado conmigo, perdí mi fe que había sido inquebrantable hasta ese momento.

Déjame contarte un poco...

Yo no estaba buscando un bebé al menos no en ese momento, yo me estaba cuidando, entonces la noticia me tomó por sorpresa, no solo a mí, también a mi esposo, pero no tardamos más que un par de días en acomodar nuestras finanzas y en saber que todo iba a estar bien. Todas las personas nos dijeron: "confíen en Dios, Él sabe porque hace las cosas"...

Cuando nos dimos cuenta que había un problema y comenzaron los exámenes médicos y nos confirmaron que era un embarazo ectópico y que era necesario retirarlo porque estaba en riesgo mi vida... adivina qué dijeron de nuevo todas las personas? "Confíen en Dios, Él sabe porque hace las cosas"... ¿Entonces, cómo?, ¿Dios estaba jugando conmigo?, ¿Dios se había arrepentido?, ¿por qué Dios hacía esas cosas? Me enojé tanto, estaba tan triste, y luego comenzaron a llegar más y más comentarios (que créeme no los juzgo.. quiero creer que eran porque me intentaban hacer sentir mejor) "al cabo no buscabas un bebé en este momento", "ya llegará en un mejor momento", "lo bueno que tenías bien poquitito", "piensa que así pasa", "¿por qué estás tan triste?" y mil cosas más...

Y yo sé, yo entiendo todo eso, pero la ilusión que se siente desde que te das cuenta, ¡es algo inexplicable!, y empiezas inmediatamente a formular mil planes en tu mente.

Después de la cirugía, entre el dolor físico y el dolor del alma, no sé cual era más fuerte, mi mayor angustia es que se vuelva a repetir, en los embarazos ectópicos, después de desarrollar uno, tengo el 40 % de probabilidad de que me suceda de nuevo (en relación a un 10 % del resto de las mujeres); de ahí viene un problema con mi esposo, porque ni siquiera él, que también era su pérdida, puedo entender como me sentí, ni entiende ahorita cómo me siento... Él estuvo triste pero nada más y me sorprende ver la ligereza con la que le dio vuelta a la página, me cuidó y estuvo conmigo, pero nunca pudo entender-



me, incluso ahorita cuando hablamos de tener un bebé, (ya pasaron los seis meses que me recomendaron que esperara), él dice que podemos seguir esperando, y yo vivo cada día con la incertidumbre de no saber qué pasará después.

No sé explicarte lo que se siente, pero es como si un pedacito de ti se fuera, un pedacito chiquito, y se queda un hoyito que no se llena con nada, y que gracias a Dios pude entender que depende de la simple naturaleza y del ser humano que no es culpa mía, ni de Dios ni de nadie... al menos eso a mí me motivó en cierta manera a cuidarme más y estar mejor preparada para mi próximo embarazo, pero es algo muy duro... tan duro que si me vuelve a pasar no sé si me atreva a intentarlo nuevamente...

En un lapso de tres días fui al hospital y regresé con las manos vacías... y no es fácil cuando estás en el piso de ginecología... en el mismo piso donde en el cuarto de enseguida escuchas a un bebé recién nacido llorar...

Gracias por leerme, gracias por tus buenos deseos :) ¡Bendiciones para ti!

Nayeli.

## REFERENCIAS

- Aguilar, M. (2012). El duelo en padres que pierden un hijo recién nacido. (Tesis para obtener el diploma en Tanatología), recuperado de: <http://www.tanatologia-amtac.com/descargas/tesinas/130%20El%20duelo.pdf>
- Aldana, E., Carreño, J., Gómez, M., y Sánchez, C. (2006). Alteraciones psicológicas en la mujer embarazada. *Psicología Iberoamericana*, 14, 28-35.
- Bermejo, J. C., Magaña, M., Villacieros, M., Carabias, R. y Serrano, I. (2013). Estrategias de afrontamiento y resiliencia como factores mediadores del duelo complicado. *Revista de psicoterapia*, 22, 85-95.
- Camacho, D. (2015) Propiedades psicométricas de la escala de resiliencia mexicana en población del norte de México. *Revista enseñanza e investigación en psicología*, 21(1), 78-83.
- Coronado, R., Espejel, J., Olazagasti, M., y Ruíz, M. (2014). "El duelo" (Tesis obtener el Diplomado en Tanatología). Asociación Mexicana de Tanatología A. C., Ciudad de México, recuperado de: <http://www.tanatologia-amtac.com/biblioteca.html>
- Domínguez, M. J. (2013). Elaboración y prueba piloto de un cuestionario para conocer la capacidad y la disposición del personal sanitario en el acompañamiento al duelo perinatal. *NURE investigación*, (62), 3-14.

- Fonseca, M. (2010). *El duelo neonatal y su manejo* (Tesis para obtener el Diplomado en Tanatología). Asociación Mexicana de Tanatología, A. C., Ciudad de México, recuperada de: <http://www.tanatologia-amtac.com/biblioteca.html>
- García del Castillo, J., García del Castillo-López, A., López-Sánchez, C., Días, P. (2010). Conceptualización teórica de la resiliencia psicosocial y su relación con la salud. *Revista Health and Addictions*, 16 (1), 59-68.
- Laverde, E. (1998). Mortalidad perinatal y duelo materno. *Revista de la Facultad de Medicina*, 46(2), 75-81.
- Meza, E., García, S., Torres, A., Castillo, L., Suarez, S. y Martínez, B. (2008). El proceso del duelo. Un mecanismo humano para el manejo de las pérdidas emocionales. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 13, 28-31.
- Mota, C., Calleja, N., Aldana, E., Gómez, M., Sánchez, M. (2011). Escala de duelo perinatal: validación en mujeres mexicanas con pérdida gestacional. *Revista Latinoamericana de Psicología*, sin fecha, 419-428.
- González, L., y López, L. (2013). *Proceso de duelo, estrategias de afrontamiento y resiliencia en adultos ante la muerte de un ser querido* (Trabajo especial de grado para adquirir el título de Licenciatura en Psicología). Recuperada de: <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/3201-13-06896.pdf>
- Hernández, C., (2006). ¿Cómo vivencian el duelo las mujeres con experiencia de mortinato atendidas en el hospital clínico regional Valdivia durante el periodo 2004-2005? (Tesis para obtener el título de Licenciatura en Obstetricia y Puericultura). Recuperada de: [http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/resultats-filtree.jsp?liste1=ecole&reponse1=obstetricia&op\\_2=or&liste2=texte&reponse2=&op\\_3=or&liste3=texte&reponse3=&op\\_4=or&liste4=texte&reponse4=&op\\_5=or&liste5=texte&reponse5=&base=documents&position=1](http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/resultats-filtree.jsp?liste1=ecole&reponse1=obstetricia&op_2=or&liste2=texte&reponse2=&op_3=or&liste3=texte&reponse3=&op_4=or&liste4=texte&reponse4=&op_5=or&liste5=texte&reponse5=&base=documents&position=1)
- López, A. (2010). Duelo perinatal: Un secreto dentro de un misterio. *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq.*, 31, 53-70.
- Mandujano, L. (2013). *Abordaje en la muerte perinatal y neonatal* (Tesis para obtener el Diplomado en Tanatología), recuperado de: <http://www.tanatologia-amtac.com/descargas/tesinas/116%20Abordaje.pdf>
- Ridaura, I. (2015). *Estudio del duelo perinatal: Interrupciones médicas del embarazo, muertes prenatales y muertes postnatales*. (Tesis para obtener el Doctorado en Psicología). Bellaterra, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Palomar, J., Gómez, N. (2010). Desarrollo de una escala de medición de la resiliencia con mexicanos (RESI-M). *Revista interdisciplinaria*, 27, 1, 7-22.

Vogelmann, R. A., Sánchez, J. E., Sartori, M. F., y Speciale, J. D. (2008). Muerte fetal intrauterina. *Revista de Posgrado de la Cátedra de Medicina, 188*.

## INSTRUMENTO UTILIZADO

INTRUCCIONES: Seleccione la respuesta según corresponda, es importante que no deje ninguna pregunta sin contestar, gracias por su colaboración.

1. Me siento deprimida

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

2. Me siento vacía

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

3. Me siento culpable cuando pienso en mi bebé

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

4. Siento la necesidad de hablar de mi bebé

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

5. Me siento enferma cuando pienso en mi bebé

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

6. Me lamento por la pérdida de mi bebé

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

7. Intento reír pero ya nada me parece gracioso

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

8. Me siento desprotegida en un mundo peligroso desde que perdí a mi bebé

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

9. Estoy asustada

A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

10. Siento que decepcioné a la gente por la pérdida de mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
11. Siento que estoy retomando de nuevo mi vida  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
12. Extraño mucho a mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
13. Necesito justificarme ante algunas personas por la pérdida de mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
14. La mejor parte de mí se perdió con mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
15. Siento que necesito ayuda profesional para que mi vida funcione otra vez  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
16. Me siento culpable por la pérdida de mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
17. Me enojo cuando pienso en mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
18. Me siento como muerta en vida  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
19. Siento que no valgo nada desde que perdí a mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
20. Lloro cuando pienso en mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
21. Me siento apartada y sola aunque esté con amigos  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

22. El tiempo pasa muy lentamente desde que perdí a mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
23. Desde que perdí a mi bebé se me hace difícil tomar decisiones  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
24. El futuro me preocupa  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
25. Me siento muy sola desde que perdí a mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
26. Siento que me estoy adaptando bien a la pérdida de mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no
27. Estoy aceptando la pérdida de mi bebé  
A) Definitivamente sí B) Probablemente sí C) Probablemente no D) Definitivamente no

**Instrucciones:** A continuación encontrará una serie de afirmaciones. Por favor, indique con una X en el recuadro de la derecha, la respuesta que elija para cada una de las afirmaciones que se le presentan.

No deje de contestar ninguna de ellas. Sus respuestas son confidenciales. Muchas gracias por su colaboración.

	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
1. Lo que me ha ocurrido en el pasado me hace sentir confianza para enfrentar nuevos retos.				
2. Sé dónde buscar ayuda.				
3. Soy una persona fuerte.				
4. Sé muy bien lo que quiero.				
5. Tengo el control de mi vida.				
6. Me gustan los retos.				
7. Me esfuerzo por alcanzar mis metas.				
8. Estoy orgulloso de mis logros.				
9. Sé que tengo habilidades.				
10. Creer en mí mismo me ayuda a superar los momentos difíciles.				
11. Creo que voy a tener éxito.				
12. Sé cómo lograr mis objetivos.				
13. Pase lo que pase, siempre encontraré una solución.				
14. Mi futuro pinta bien.				
15. Sé que puedo resolver mis problemas personales.				
16. Estoy satisfecho conmigo mismo.				
17. Tengo planes realistas para el futuro.				
18. Confío en mis decisiones.				
19. Cuando no estoy bien, sé que vendrán tiempos mejores.				
20. Me siento cómodo con otras personas.				

*Continúa...*

	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
21. Me es fácil establecer contacto con otras personas.				
22. Me es fácil hacer nuevos amigos.				
23. Es fácil para mí tener un buen tema de conversación.				
24. Fácilmente me adapto a situaciones nuevas.				
25. Es fácil para mí hacer reír a otras personas.				
26. Disfruto estar con otras personas.				
27. Sé cómo comenzar una conversación.				
28. Tengo una buena relación con mi familia.				
29. Disfruto estar con mi familia.				
30. En nuestra familia somos leales entre nosotros.				
31. En nuestra familia disfrutamos hacer actividades juntos.				
32. Aun en momentos difíciles, nuestra familia tiene una actitud optimista hacia el futuro.				
33. En nuestra familia coincidimos en relación a lo que consideramos importante en la vida.				
34. Tengo algunos amigos/familia que realmente se preocupan por mí.				
35. Tengo algunos amigos/familia que me apoyan.				
36. Siempre tengo a alguien que puede ayudarme cuando lo necesito.				
37. Tengo algunos amigos/familia que me alientan.				
38. Tengo algunos amigos/familia que valoran mis habilidades.				

*Continúa...*

	<b>Totalmente en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Totalmente de acuerdo</b>
39. Las reglas y la rutina hacen mi vida más fácil.				
40. Mantengo mi rutina aun en momentos difíciles.				
41. Prefiero planear mis actividades.				
42. Trabajo mejor cuando tengo metas.				
43. Soy bueno para organizar mi tiempo.				



# **DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CUENTO COMO MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DISTINTAS NARRATIVAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL MÉTODO MONTESSORI PARA NIÑOS DE CUATRO A CINCO AÑOS**

María Alejandra Reyes Guaní  
Tutor: Doctor Leonardo Moreno

## **RESUMEN**

La investigación realizada tiene como principal objetivo el diseño y la realización de un cuento didáctico basado en el método Montessori mediante el cual el niño de preescolar pueda llevar las riendas del cuento permitiéndole desarrollar diversos relatos del mismo, siendo su imaginación la única limitante, fomentando la creatividad que posee el niño para el desarrollo y creación de distintos cuentos utilizando únicamente elementos visuales para la construcción de su narrativa, así como una figura totalmente hexagonal para darle al niño la libertad de dirigir su narrativa de una forma no lineal. La investigación abarca desde el estudio de los materiales Montessori, el cuento: elementos y características, las distintas narrativas, hasta el proceso de diseño y realización de los personajes infantiles así como los distintos materiales a utilizar para su realización.

Palabras clave: Método Montessori, material didáctico, cuento, tipos de narrativa, Diseño Gráfico.

## INTRODUCCIÓN

El método Montessori es creado por la italiana María Montessori a finales del siglo XIX. Este método se caracteriza por proveer un ambiente preparado, ordenado, estético, simple y real, donde cada elemento tiene su razón de ser en el desarrollo de los niños.

Los niños trabajan con materiales concretos diseñados en base al método Montessori, lo distintivo de estos materiales, es que el maestro interviene en lo más mínimo, dándole al niño la libertad, lo que fomenta su curiosidad por el aprendizaje.

Actualmente, las aulas Montessori poseen un ambiente preparado en el cual se encuentran ubicados distintos materiales didácticos con el fin de que el niño escoja cual desea utilizar. Según SAMAC (Sociedad Afiliada México, A. C. Association Montessori International), existe una enorme variedad de materiales didácticos basados en este método, sin embargo, en el área de lectura se carece de cuentos basados en este método. Lo anterior no quiere decir que los que se utilicen sean incorrectos, muchos de los cuentos para preescolar son didácticos y perfectamente funcionales; pero poseen una limitante, son cuentos tradicionales, lineales, es decir, poseen un principio y un final, lo que no va de acuerdo a los lineamientos de materiales didácticos del método Montessori.

La problemática a tratar es que existen muchos materiales didácticos en el aula Montessori, pero los cuentos que se utilizan no son considerados precisamente materiales Montessori. El maestro o guía interviene más en esta área que en cualquier otra, porque el niño se encuentra en un proceso de aprendizaje en la lectura y un adulto necesita leerle el cuento, y aunque el niño pueda interpretar de diferente manera la historia del cuento, este siempre será el mismo, perdiendo el interés del niño en volverlo a tomar.

Justificando lo anteriormente mencionado, desarrollar un cuento didáctico basado en el método Montessori ayudará a que el enfoque en el área de lectura del aula Montessori sea más adecuado.

Este proyecto beneficia a los niños del aula Montessori al ofrecerles un cuento basado en el método Montessori, mismo que permitirá al usuario moldearlo y ser autor de sus propias historias, facilitándole el desarrollo de su creatividad, imaginación, lenguaje y convivencia (modo de expresarse con las personas, en este caso sus compañeros y guía).

Si la investigación y el producto tienen éxito en escuelas Montessori, esto abrirá camino para que las instituciones pongan más atención en la selección de este tipo de materiales, y que incluso se cree una línea de cuentos particulares de este método.

La aportación que hace toda esta investigación al Diseño Gráfico es amplia, porque las áreas en que normalmente el diseñador gráfico interviene en el desarrollo de un cuento infantil son en la ilustración y el diseño editorial; sin embargo, el diseñador gráfico es un investigador, y como tal puede aportar mucho más en la realización de un cuento.

## **DESARROLLO DEL CUENTO**

Tabla comparativa entre el cuento didáctico y el cuento didáctico Montessori

**Tabla.** Cuento didáctico vs Cuento didáctico Montessori (Guaní, 2015).

<b>Cuento didáctico</b>	<b>Cuento didáctico montessori</b>
La narrativa siempre será la misma	Libertad de crear distintas narrativas
Se requiere la intervención constante del maestro	El cuento es intuitivo
El cuento solo posee una dirección del lectura	Multidireccional, permitiéndole al niño la libertad de dirigir el cuento de la manera que él quiera
El formato es el de un libro	Su formato no es como el de un libro, rompiendo los parámetros usualmente utilizados en un cuento

## **CONSTRUYENDO LA NARRATIVA**

### **NÚMERO DE ESCENAS**

Es importante comenzar por el proceso de la narrativa, ya que esta es puramente imagen sin texto y debe poderse cambiar tantas veces como quiera el niño, así pues, comencemos a delimitar los cuadros o imágenes para este material en particular.

Para poder lograr que el niño realmente comience el armado del material con una dificultad que le ayude con su proceso cognitivo será necesario identificar con cuantos cuadros podemos construir este proceso narrativo.

## SEIS ESCENAS



Llegamos entonces a la conclusión de desarrollar seis escenarios, lo suficientemente largos para crear una narrativa fluyente y crear un proceso más amplio en la interacción con el material didáctico, pero de igual manera no tan largo como para generar una narrativa demasiado compleja.

### CREANDO AL PERSONAJE PRINCIPAL

Para la creación del personaje principal debemos de establecer ciertas características que cumplan los siguientes objetivos:

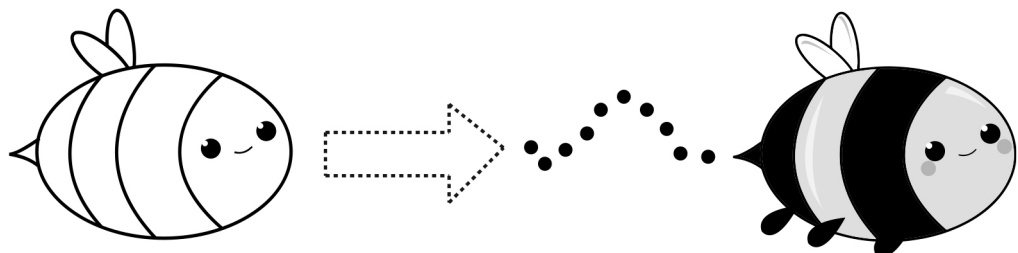
1. El personaje deberá ser atractivo visualmente para el niño.
2. Deberá poseer trazos en su mayoría curvos evitando los trazos duros y rectos para la empatía del niño hacia el personaje.
3. Simplicidad. Evitando en todo momento, complicados y muy detallados trazos que sobresaturen el personaje guiando así la concentración del niño al personaje y no a una característica de este.
4. Asexualidad. Es muy importante que el niño pueda identificarse con el personaje, si damos hincapié a que el personaje posea un sexo, estamos excluyendo a una cantidad considerable del manejo del material ya que, si el personaje es niño, los niños más que las niñas serían quien manipularían el material de igual manera si el personaje es femenino.

La abeja posee una figura más simple de representar que la del pájaro, además de colores naturales llamativos que son el amarillo y negro, que mantendrán muy bien la concentración del niño independientemente del fondo u otra figura a su lado.

Puliendo más la figura de la abeja, pero siguiendo con su simplicidad llegamos al siguiente dibujo (figura 1), con los colores característicos de una abeja. La abeja tiene

entonces una figura asexual, por lo tanto, niños y niñas podrán identificarse con el personaje sin ningún problema, así como hacer uso del material didáctico equitativamente.

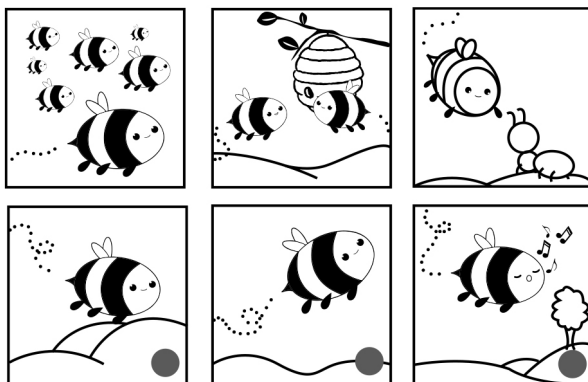
**Figura 1.** Abeja con color (Guaní, 2015).



## CREANDO EL ESCENARIO

Entre acción y acción debe existir el "cómo", ¿cómo es que llegó hasta ahí?, estos elementos claves a los cuales llamaremos "conectores" (Figura 4) crean el puente entre cada acción, y hacen posible una narrativa coherente. Pero, ¿qué acciones tendrán los conectores?, para poder responder esta pregunta debemos de generarnos una interrogativa obvia: ¿Cómo llegó la abejita del punto A al punto B, la respuesta es sencilla, volando. Por lo tanto, la única acción de los conectores será una abeja volando.

**Figura 2.** Conectores (Guaní, 2015). Las marcas rojas nos indican los conectores



## COMPROBANDO LA NARRATIVA

Para la prueba de los cuadros narrativos se escogió a un niño que llegara al límite inferior de la edad marcada, siendo así nuestro sujeto de pruebas una niña de cuatro años de edad a quien se le presentaron los cuadros impresos en papel bond, dándole la instrucción de que con ellos debía de crear un cuento.

**Foto 1.** Probando la narrativa (Guaní, 2015).



La niña impaciente por querer tener los cuadros con las abejas se dispuso primero a observarlas por un momento como si primero las estuviera analizando, inmediatamente prosiguió a crear el cuento.

Esta fue la combinación que realizó:



Interpretación del cuento de la niña de 4 años:

La abeja aquí está muy feliz porque quiere ir a platicarle que tiene una nueva hermanita. Le dice a la hormiga que no se olvide de llevar el pastel, luego va con su

mamá a decirle que ya le dijo a su amiga que no se le olvide llevar el pastel. La abeja está muy feliz porque va a ir a la fiesta de su hermanita, y toda la familia está junta para comer pastel. Fin.

No hubo ningún problema en que la niña entendiera las instrucciones y no se detectó problema con las situaciones de nuestro personaje, la niña se encontró familiarizada con todo. Al finalizar las combinaciones, platicó de qué trataba su cuento. Se mostró impaciente porque la gente supiera de qué se trataba la historia que ella había creado. Ella adaptó el cuento con la experiencia que en ese momento se encontraba viviendo. Se identificó como ella en el personaje de la abejita. La niña acaba de tener una hermanita y ese día iban a comer pastel para festejar, así que creó la narrativa basándose en una situación por la que en ese momento estaba pasando, comprobando no solamente la utilidad de los conectores, sino también la teoría de que efectivamente está en la naturaleza del niño querer compartir con alguien más algo de su propia autoría.

## **SELECCIONANDO EL MATERIAL ADECUADO**

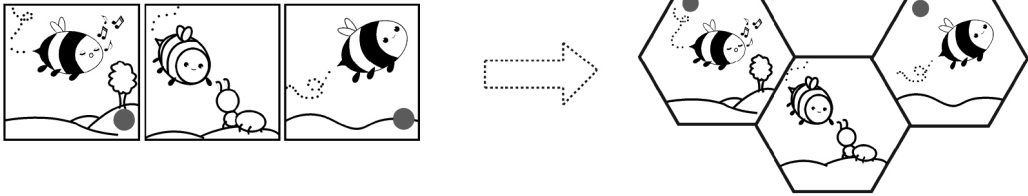
La madera es un material fácil de manipular y con una gran durabilidad. Tomemos como ejemplo los juguetes hechos de madera que hasta hoy siguen conservando su estado con leves daños, además de que ciertos materiales didácticos utilizados en instituciones Montessori son hasta la fecha de madera.

## **DIMENSIONES DEL CUENTO**

El cuento deberá de tener un tamaño que sea apropiado para los usuarios aquí mencionados, y que pueda adaptarse a las dimensiones promedio de un aula, sin embargo, antes de establecer las medidas del material, se pensó en la forma de este.

La manera en que se puede interactuar con formas hexagonales da la oportunidad al niño a no formar el cuento de manera lineal, como lo sería con una figura cuadrada. El hexágono le permitirá al niño manipular el juego de manera no lineal, como se muestra a continuación.

**Figura 3.** Forma no lineal (Guaní, 2015).

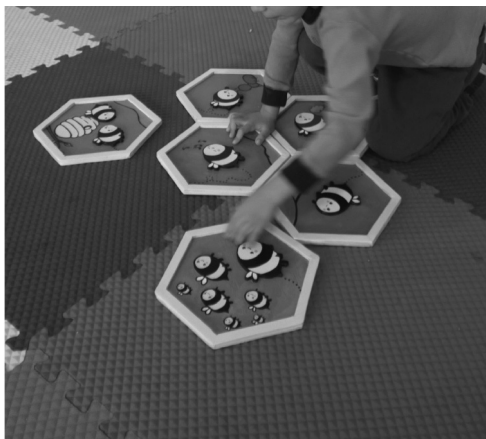


## **PONIENDO A PRUEBA EL CUENTO EN UN AULA MONTESSORI**

Se planeó ir al Montessori "Valle verde" de Ciudad Juárez, Chihuahua y grabar en todo momento a los niños interactuando con el material, esto último con fines de estudiar la grabación. La reacción de los niños fue emoción al ver el material didáctico, identificaron que el personaje principal era una abeja sin ningún problema, se les dio la explicación de que se trataba de un cuento y que ellos podían crearlo y acomodar las piezas como ellos quisieran, se les preguntó quien quería comenzar primero a lo que los dos niños dijeron felices y levantando la mano: ¡Yo!

## **CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES**

**Foto 2.** Prueba en escuela Montessori (Guaní, 2015).





Al observar la interacción física del niño con el material, se percibió el agrado, por el tamaño y la ligereza, con que los niños disponían de este. Además, un punto a evaluar fue la comprobación en cuanto a la durabilidad y resistencia del *tripplay* a partir de la manipulación de los niños. El material se colocó en el piso y gracias al barniz fue muy sencillo el desplazamiento de este, incluso hubo niños que golpearon el material al momento de apilarlo para su guardado, lo que nos permitió comprobar la durabilidad de este.

Para elaborar un cuento se necesita de mucha creatividad e imaginación por parte del cuentista, el diseñador gráfico constantemente hace uso de esos elementos para la elaboración de propuestas gráficas y proyección de ideas. De acuerdo con lo investigado y elaborado en este proyecto de investigación, nos preguntamos: ¿en qué grado el diseñador gráfico está capacitado para la elaboración de materiales didácticos, como el aquí planteado?

Usualmente, la participación del diseñador gráfico es común en proyectos orientados a infografías, publicidad, páginas web, etcétera y la participación de este en el ámbito educativo es limitada. Sin embargo, debemos reconocer que el diseñador gráfico es poseedor de poderosas herramientas que le permiten abordar problemas de índole compleja como el visto en el presente documento. Una de dichas herramientas la constituye su habilidad para investigar y reunir información respecto a un proyecto determinado. Asimismo, el diseñador gráfico posee y tiene una gran capacidad para saltar del pensamiento creativo al pensamiento crítico (*design thinking*), lo que le permite buscar soluciones fuera de los marcos comunes de representación, por si esto no bastara, los diseñadores cuentan con habilidades para trabajar de manera multidisciplinaria con diversos actores dentro de un proyecto, como es el caso de los materiales didácticos.

Finalmente, su habilidad para el manejo de los símbolos y la representación visual de los mismos los coloca en una posición privilegiada en proyectos de este tipo. La mayoría de los diseñadores gráficos ejercen en ciertas áreas comunes de la disciplina y tienden a no mirar en qué otras áreas los diseñadores gráficos son capaces de participar, lo que conlleva a que sean pocos los diseñadores que se desarrollan en proyectos de esta índole.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cubos, B. (1997). *Unidad didáctica número 1*. Santa Fé de Bogotá: PEI.
- Fernández, L., Alburquerque, R., & Paredes, M. (2009). ¿Cómo elaborar material didáctico con recursos del medio en el nivel inicial? República Dominicana: 1000x1000.

- González, M. (1986). El cuento, sus posibilidades en la didáctica de la literatura. *Revista de Filología y su didáctica*, núm. 9, pp.195-208.
- Gutierrez, S. (1980). *Introducción a la Didáctica*. Ciudad de México: Editorial Esfinge.
- Martínez, S. (2003). *La pedagogía de la responsabilidad y la autoformación*. Agosto 24, 2015, de María Montessori Sitio web: [www.uhu.es/cine.educacion/figuraspedagogia/0\\_montessori.com](http://www.uhu.es/cine.educacion/figuraspedagogia/0_montessori.com)
- Michean, R. (1972). *Principios y métodos en la educación secundaria*. Buenos Aires: Troquel.
- Montessori, M. (1982). *El niño el secreto de la infancia*. México: Diana.
- Morales, P. (2012). *Elaboración de material didáctico*. México: Red Tercer Milenio.
- Nérci, G. (1969). *Clasificación del material didáctico*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz S. A.
- Ochoa (2013). *Cuento, estructura, características y elementos*. Septiembre 7, 2015. Sitio web: <http://www.buenastareas.com/ensayos/cuento-estructura-caracter%20c3%ADisticas-elementos7761165.html>
- Ogalde. (2009). *¿Cuáles son las ventajas principales de los recursos didácticos?* Septiembre 2, 2015, del Programa de formación docente de educación media superior: <http://es.slideshare.net/guest803285/modulo-2-recursos-y-materiales-didacticos-unidad-3-diana-vinay>
- Onieva, J. (1992). *Introducción a los géneros literarios*. España: Playlor.
- Pruzzo, V. (2006). *La didáctica: Su reconstrucción desde la historia*. México: Praxis Educativa.
- Silva, C. & Campos, O. (2003). *Montessori*. Septiembre 15, 2015. Sitio web: <http://www.psicopedagogia.com/articulos/?articulo=350>
- Torres, G. (2013). *Modelos pedagógicos*. Septiembre 15, 2015. Sitio web: <http://www.gin-germariatorres.wordpress.com/modelos-pedagogicos/>

# HISTORIA DE LAS UTOPIÁS AMERICANAS EN EL SIGLO XVI

Datos del autor: Daniel Ramírez Rivera

Licenciatura en Historia

Tutor: Doctor Jorge Ordóñez Burgos

## RESUMEN

**P**lantear el pensamiento utópico, como modo de pensamiento que influye en la exploración y ocupación europea del Nuevo Mundo, implica una concepción abierta de lo que es la utopía. Empero, utopía es un concepto resbaladizo, difícil de definir. Y es difícil aprehenderlo precisamente porque tiene historia. Su historicidad lo condiciona al tiempo y al lugar, al contexto. La amplia gama de estudios sobre la utopía debe leerse teniendo en consideración que no siempre significa lo mismo. Si para algunos se trata de un género literario con tendencias a la filosofía política, la ética y la ficción, para otros es un modo de pensamiento cuya característica esencial es la oposición a lo establecido a tal extremo que solo es utopía aquello que conlleva a la acción.

Palabras clave: historia América, utopías, siglo XVI.

## INTRODUCCIÓN

La tierra tiene la forma de una pera o de un pecho de mujer, afirmó Cristóbal Colón en su *Relación del tercer viaje*, escrita en 1498. Y es que contrario a la postura de Ptolomeo, pero sin renegar de sus investigaciones, el genovés afirmaba que la región correspon-

diente al pezón de la tierra era el paraíso donde una vez convivieron en armonía hombre, mujer y divinidad. Los cálculos de Colón, sus lecturas del Antiguo Testamento, san Isidro y san Ambrosio, le hacen concluir que, al toparse con el río Orinoco, está en realidad en las afueras del paraíso terrenal, en el pezón del pecho, la rama de la pera, inmaculada, por la altura, del drama bíblico del diluvio.

La conclusión de la *Relación del tercer viaje* evidencia la distancia histórica que separa el pensamiento de Colón del nuestro. Distancia que condiciona la forma de ver la realidad y reflexionarla. El agua dulce le indicó al genovés que estaba próximo a una masa continental. Sabía, por su posición meridional, que no se trataba de Asia. ¿De qué se trataba entonces? Los cuatro ríos que en esa zona confluían le remitieron seguramente al pasaje del Génesis sobre la ubicación del paraíso terrenal.

En este sentido, Colón tiene amplios respaldos históricos cuando escribe a los reyes católicos sobre el Edén. Probablemente no leyó todo lo correspondiente al tema, pero es una tradición tan presente en su tiempo que sus elementos pueden ser tomados de distintas fuentes sin intención alguna. Se trata de un modo de pensamiento que idealiza el tiempo. El pasado le provoca nostalgia y el futuro le genera esperanza: el pensamiento utópico.

La presente tesis parte de una premisa clave que enuncio a continuación: la partida de multitudes de hombres y mujeres provenientes de Europa hacia tierras americanas en los albores del siglo XVI es consecuencia de una serie de factores políticos, económicos y religiosos entre los que destaca el pensamiento utópico. Desde la Antigüedad grecolatina, Occidente ha ido construyendo una tradición de pensamiento sobre cómo sería un mundo ideal. Se trata de un modo de pensamiento que puede tomar diversas formas e incluso llegar a contradicciones entre unas y otras.

Se pretende comenzar con un análisis del concepto utopía, sus distintas acepciones, su condición histórica para ser interpretado y la explicación de la existencia de una tradición utópica; así como la influencia grecorromana. Después se analizará el estado de dicha tradición a finales del siglo XV y principios del siglo XVI, a través de textos de humanistas y la recuperación de gran parte del legado grecorromano (Aristófanes, Luciano, Platón).

Posteriormente trabajaré una breve historia descriptiva de ideas geográficas (la forma de la tierra) y cartográficas (la representación de islas utópicas), cómo una forma de representar la cosmovisión del mundo que tenían tanto reyes, como navegantes. En este apartado se hará mención también de la situación de política y económica de los navegantes y las cartas cartográficas que utilizaban.

Después se analizará cómo esa tradición, esa cosmovisión, conduce a los europeos a ver América como un lugar donde empezar de nuevo. En efecto, tanto conquistadores, como frailes vienen cargados de una tradición que pretendo resaltar aquí a través de textos de sus mismas crónicas. Esto se constata en el trabajo misionero de Bartolomé de las Casas y Motolinía, los pueblo-hospitales de Vasco de Quiroga, la búsqueda de El Dorado o la Fuente de la Juventud.

Finalmente, se realizará un análisis histórico de un caso específico en que el pensamiento utópico funcionó como motor de la historia en la exploración y conquista del Nuevo Mundo, así como en la invención de lo americano. El análisis recaerá en la búsqueda de la ciudad dorada de Cibola en el norte de México a mediados del siglo XVI.

Al tratarse de un trabajo de historia de las ideas la delimitación histórica es relativa, pero no por ello, menos rigurosa. El periodo a revisar se trata de las cinco décadas del siglo XVI, pues es la etapa de profunda exploración territorial americana por parte de los españoles, sin embargo, debe tomarse en cuenta que la tesis será una investigación no solo de cómo influyen determinadas ideas utópicas en ese proceso, sino cómo es que esas ideas están presentes desde siglos atrás.

En lo que respecta al espacio, se tomará el "Nuevo Mundo" conocido hasta esa época como referente para una explicación general del proceso de exploración y sus motivaciones, pero posteriormente el estudio se concretizará a casos tratados de forma descriptiva, a manera de ejemplos.

## **DESARROLLO**

### **JUSTIFICACIÓN**

Es "historia" porque se tomarán una serie de acontecimientos de la realidad pretérita para ser analizados e interpretados en su contexto y sus coyunturas desde las herramientas que el oficio del historiador pone en la mano del mismo. Es sobre las "utopías", porque se analizará una modalidad de pensamiento específica; una tradición compuesta de elementos judeocristianos, helénicos y filosóficos, que permea en la mentalidad europea y que es documentable, una tradición que tiene que ver con los paraísos y las sociedades perfectas, con el cese al dolor y la precariedad.

Es "americana" porque quienes son influenciados por esa tradición son hombres europeos que se lanzan a la "aventura americana" y hacen de ella un lugar idóneo para que esos sueños utópicos dejen de ser sueños y se conviertan en realidad; es el tránsito de los navegantes italianos, franceses y españoles, de la conquista territorial y espiritual, de la evangelización, la construcción de un Nuevo Mundo. Finalmente, es "del siglo XVI" porque es en ese momento en que se dan los acontecimientos significativos de dicho encuentro, aclarando que se trata solamente de la primera mitad del siglo.

La justificación de un trabajo de esta naturaleza recae en tres aspectos que enunciaré a continuación: 1) siguiendo la bibliografía consultada sobre la historia de las utopías llegué a la conclusión de que existe claramente una tradición de pensamiento occidental que parte de las religiones judeocristianas, las antiguas religiones helénicas y la filosofía platónica hasta el siglo XX. Se trata de una tradición que se construye a lo largo de los siglos sobre cimientos similares que deben ser contextualizados históricamente para ser entendidos en su totalidad. 2) Esta tradición de pensamiento tiene fuerte presencia en la Europa de los siglos XV y XVI, una especie de despertar a raíz del "descubrimiento" de un Mundo Nuevo; 3) el viaje de los europeos a tierras americanas implica el inicio de la construcción de lo que es América misma. Junto con los europeos viajan sus ideas, sus cosmovisiones y sus prejuicios, ellos llevan el pensamiento utópico y es el pensamiento utópico uno de los factores que los impulsa, mejor, América misma es construida bajo presupuestos utópicos.

En este sentido, una historia de la utopía europea hacia el Nuevo Mundo es un aporte en la historia de la construcción de América. No es una explicación cabal, pero sí un factor significativo. Se probará, pues, como para los navegantes del siglo XV y los humanistas del siglo XVI, tanto la comedia aristofánica como las novelas helenísticas de Luciano y los mitos de la Edad de Oro griega y el Edén formar parte de una tradición de pensamiento que los conducirá a cruzar el Atlántico en busca de un lugar mejor, una sociedad ideal donde se pueda ser feliz.

## **METODOLOGÍA**

Plantear el pensamiento utópico como modo de pensamiento que influye en la exploración y ocupación europea del Nuevo Mundo implica una concepción abierta de lo que es la utopía. Empero, utopía es un concepto resbaladizo, difícil de definir. Y es difícil definirlo precisamente porque tiene historia. Su historicidad lo condiciona al tiempo y al lugar, al

contexto. La amplia gama de estudios sobre la utopía debe leerse teniendo en consideración que no siempre significa lo mismo. Si para algunos se trata de un género literario con tendencias a la filosofía política, la ética y la ficción, para otros es un modo de pensamiento cuya característica esencial es la oposición a lo establecido, a tal extremo que solo es utopía aquello que conlleva a la acción.

La palabra utopía es un neologismo creado por el humanista inglés Tomás Moro para darle nombre a la sociedad perfecta que vive en una lejana isla. *Eu* (negación) y *topos* (lugar) en griego, en latín *nusquam*: ninguna parte. La utopía es la sociedad tan perfecta que no está en ningún lugar. Sin embargo, es tal la cantidad de usos que se le ha dado a la palabra que esperar que un diccionario o una revisión de la etimología den la respuesta resulta absurdo. Quienes escriben sobre utopía tienen esto bien entendido y no se atreven a dar una definición cabal, al menos no antes de ofrecer su versión de la historia de la utopía.

La metodología, pues, dependerá del capítulo de la tesis en que se esté trabajando, sin embargo, puede identificarse una lógica común a todos, a saber: **1)** búsqueda bibliográfica en las bibliotecas de la UACJ, revistas académicas indexadas, y archivos históricos digitalizados; **2)** lectura de la bibliografía encontrada elaborando tres acervos distintos: fichas de trabajo, fichas de lectura (que constituirán una bibliografía comentada) y notas de la bitácora de investigación; **3)** búsqueda de las referencias o elementos dados por la bibliografía inicial y escritura de reflexiones en cuaderno de hoja blanca; **4)** redacción de capítulo en base a las fichas escritas, las notas de la bitácora y las reflexiones del cuaderno de hoja blanca. Cabe mencionar que es una metodología básica en la investigación documental, sin embargo, algunos capítulos requerirán otro tipo de intervención, como en el caso del número tres, que necesitará revisión de mapas antiguos.

A continuación, presenté el índice guía de la investigación, para que el lector tenga un panorama general de los alcances del tema de tesis y su metodología:

#### Capítulo 1: Definiendo la utopía

1. El pensamiento utópico
2. La influencia grecorromana

#### Capítulo 2: La tradición utópica en los siglos XV-XVI

1. Algunas nociones del pensamiento utópico medieval
2. La llegada de lo Grecorromano a la Edad Media: fortalecimiento del humanismo
3. Moro y otras utopías humanistas

#### 4. Las creencias utópicas ibéricas (¿influencia árabe?)

Capítulo 3: Cosmovisión utópica. Elementos geográficos, cartográficos, y de exploración.

1. Breve historia de las ideas geográficas sobre la Tierra
2. Las utopías en la Cartografía
3. Situación de la Cartografía en y las exploraciones a finales del siglo XV y principios del XVI.

Capítulo 4: América utópica

1. Descripción de la situación de las exploraciones en la época del "Descubrimiento"
2. Elementos utópicos en las primeras exploraciones de América
3. Elementos utópicos en las crónicas de los conquistadores y los frailes
4. ¿El indio como utopía?: mito del buen salvaje

Capítulo 5: Análisis de una construcción utópica en particular: la búsqueda de Cíbola por parte de Fray Marcos de Niza en el siglo XVI.

Cabe destacarse que los capítulos 1 y 2 ya fueron redactados y revisados por el director de la tesis, mientras que la fecha de entrega del capítulo 3 es el 22 de agosto del 2016. Ambos capítulos han sido presentados en congresos: el Primer Simposio Nacional del Seminario Internacional de Historia y Filosofía de las Religiones en Puebla y el IV Seminario Internacional de Filosofía Política: Realismo político y utopía en la UAM, Ciudad de México.

## RESULTADOS

La distinción conceptual entre lo utópico (modalidad de pensamiento) y la utopía (discurso de lo utópico) permite abordar el estudio histórico de las utopías sin generar las exclusiones que comúnmente suceden. Una concepción abierta del concepto, en el que encajen modalidades distintas de mundos ideales, facilita el estudio de los casos americanos, tan distintos y polisémicos. Si bien Vasco de Quiroga intenta poner en práctica el proyecto de ciudad ideal humanista ideado por Moro, es decir, utopía de corte humanista, aristocrática y filosófica, no por eso dejan de buscarse las ciudades de oro como El Dorado, antiguas leyendas como la Fuente de la Juventud o no por eso se dejan de lado idealizaciones como las de la vida del indio.



La construcción de América nos acerca a una revitalización de viejos mitos y leyendas europeos que, apoyados por el creciente brazo humanista y su idealización de lo griego, son reflejo de los anhelos de distintas clases sociales. Lo utópico en el Nuevo Mundo, del que nacerá América, da vislumbres de lo que es y fue Europa y también de los presupuestos bajo los que se edificó el continente. En este sentido, se plantea el pensamiento utópico como un motor de la historia que, tomando en cuenta los factores económicos, políticos y religiosos, debe considerarse al momento de explicar el proceso de la conquista.

## CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación el lector identificará el camino histórico de las utopías, de las sociedades ideales, de los sueños y deseos de Occidente y constatará que ese proceso histórico es identificable desde la Antigüedad grecolatina hasta la Edad Media, de la Edad Media al Renacimiento y los albores de la Modernidad. En efecto, si en la Antigüedad tenemos a Hesíodo con su Edad de Oro, a Homero con la Isla de las Bienaventuranzas, a Aristófanes y sus comedias y a Luciano con sus novelas irónicas, y en la Edad Media toma fuerza la concepción milenarista cristiana de un mundo mejor, de la mano del monje Joaquín de Fiore, en el siglo XVI vemos como ambas tradiciones se funden en las ciudades Estado italianas.

El Nuevo Mundo retoma ambas tradiciones utópicas, lo nuevo y lo viejo, lo helénico y lo cristiano y es construido bajo estas premisas. Si revisáramos con detenimiento la historia americana veríamos que la misma idea de América tiene estas premisas utópicas desde su concepción hasta la actualidad. A modo de conclusión: la utopía es un motor de la historia.

## REFERENCIAS

- Aristófanes (2012). *Lisístrata* (1.ª edición). México: UACJ.
- Bull, M. (1998). *La teoría del apocalipsis y los fines del mundo*. México: FCE.
- Caraci, L. (1992). *Navegantes italianos* (1.ª edición). Madrid: Mapfre.
- Colón, C. (1992). *Libro de las profecías*. Madrid: Alianza.
- Colón, C. (1996). *Los cuatro viajes. Testamento* (1.ª edición). Madrid: Alianza.
- García Gual, C. (2013). *La antigüedad novelada y la ficción histórica*. Madrid: FCE.
- Garin, E. (1984). *La revolución cultural del renacimiento*. Barcelona: Crítica.

- Graves, R. (2009). *Los mitos griegos 1*. Madrid.
- Hesíodo (2002). *Los trabajos y los días*. México: UNAM.
- Kraye, J. (1998). *Introducción al humanismo renacentista*. Madrid: Cambridge University Press.
- Krotz, E. (1998). *Utopía* (2.ª edición). México: Edicol.
- Lafaye, J. (2005). *Por amor al griego. La nación europea, señoría humanista (siglos XIV-XVII)*. México: FCE.
- Luciano (1981). *Obras I* (1.ª edición). Madrid: Gredos.
- Manuel, F. & Manuel, F. (1984). *El pensamiento utópico en el mundo occidental I. Antecedentes y nacimiento de la utopía (hasta el siglo XVI)*. Madrid: Taurus.
- Martínez Blanco, M. (1999). *La ciudad ausente. Utopía y utopismo en el pensamiento occidental*. Madrid: Akal.
- Moreno Chumillas, E. (1991). *Las ciudades ideales del siglo XVI*. Barcelona: Sendai.
- Servier, J. (1995). *La utopía* (1.ª edición). México: FCE.
- Ute Schmidt, O. (1976). *Platón y Huxley. Dos utopías* (1.ª edición). México: UNAM.
- Vázquez, A. (2007). *Entre la realidad y la utopía. Ensayos sobre política, moral y socialismo* (1.ª edición). México: FCE.
- West, C. & Zimdars-Sawartz, S. (1986). *Joaquín de Fiore. Una visión espiritual de la historia* (1.ª edición). México: FCE.

**ÁREA 5**

**CIENCIAS  
SOCIALES**



**Área:** Ciencias Sociales

**Nombre del docente:** Dr. Nemesio Castillo Viveros

**Departamento:** Ciencias Sociales

**Instituto:** Instituto de Ciencias Sociales y Administración

## **MENSAJE**

**E**n primera instancia es muy grato que me inviten a ese tipo de eventos. Creo que es un momento muy importante para los estudiantes porque están trazando su vida académica. Sin lugar a dudas son los jóvenes que se convertirán en investigadores en los próximos años. Son los que tendrán la ciencia del estado de Chihuahua en sus manos. Nosotros como investigadores tratamos de ser objetivos en la evaluación de sus trabajos, todos los trabajos que llegan, tienen algo que aportar, pero como en cualquier concurso alguien tiene que ganar.

La UACJ tendrá que continuar apoyando este tipo de eventos, son muy significativos para los estudiantes, profesores, la Universidad y la sociedad, el profesor únicamente aporta un granito de arena a la hora de emitir los comentarios de los trabajos.



# ADOLFO SÁNCHEZ VÁZQUEZ ANTE LA “CIENCIA BURGUESA CONTEMPORÁNEA”

Jonathan J. Guereca

Programa de Licenciatura en Sociología

Instituto de Ciencias Sociales y Administración

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

**Tutor:** Doctor Víctor Manuel Hernández Márquez

Coordinador del Programa de Doctorado en Ciencias Sociales

## RESUMEN

**E**n este escrito se indaga la crítica que acomete Adolfo Sánchez Vázquez contra el postulado de la neutralidad axiológica en las ciencias. Como propuesta teórica concreta se toma la fenomenología husserliana, la cual Sánchez Vázquez define como una expresión de la “filosofía burguesa contemporánea” debido a sus pretensiones de llevar a cabo el proyecto de una filosofía como “ciencia rigurosa”, valiéndose de lo que al interior de la misma recibe el nombre de epojé fenomenológica. Así, el objeto de análisis de esta investigación es la posible crítica de Sánchez Vázquez a la fenomenología partiendo de la premisa de que la postura de la neutralidad axiológica o ideológica en las ciencias se apoya, precisamente, en justificaciones ideológicas.

Palabras clave: fenomenología, Edmund Husserl, ideología, neutralidad axiológica, Adolfo Sánchez Vázquez.

## INTRODUCCIÓN

En una nota que se encuentra al pie en la introducción a su *Filosofía de la praxis*, Sánchez Vázquez, en conexión con la conciencia ordinaria del hombre en su cotidianidad, hace referencia a lo que él no duda en llamar "filosofía burguesa contemporánea":

El tema de la cotidianidad y de la conciencia del hombre común y corriente que vive en ella es objeto de una atención especial en la filosofía burguesa contemporánea. Análisis de este género los hallamos ya en Husserl y, posteriormente, en Jaspers, Ortega y Gasset, Heidegger, etcétera (2003, p. 32n).

Es interesante notar que como representantes de aquella filosofía, Sánchez Vázquez menciona a autores con una conexión más que clara con el movimiento fenomenológico gestado en Alemania a principios del siglo XX y que, por aquel entonces, encontraba su eco en el contexto latinoamericano tras la oleada de pensadores españoles exiliados a causa de la Guerra Civil.

Lo que aquí interesa es saber cómo y por qué se puede decir de una filosofía que es "burguesa". La pauta para se encuentra lo anterior se encuentra en el texto *La ideología de la "neutralidad ideológica" en las Ciencias Sociales*, concebido como una crítica a la postura de la "neutralidad valorativa" en el terreno científico social y en el cual se desarrolla la idea de que la pretensión de toda "neutralidad judicial" ("valorativa", "ideológica" o "axiológica") se apoya, paradójicamente, en "justificaciones ideológicas" (Sánchez Vázquez, 1976, p. 287).

Así, pues, partiendo de una extrapolación de lo dicho sobre las ciencias sociales a un grupo más amplio que aquí llamaré "ciencias humanas", lo que intentaré evaluar es la crítica que Sánchez Vázquez pudiera hacer, a partir de ciertas premisas que aparecerán a lo largo de este capítulo, a una propuesta teórica concreta. Me guió entonces, metodológicamente, por un examen hermenéutico que tiene en vistas el tema de la intertextualidad. Es decir, por intertextualidad se entendería aquí que las declaraciones de una obra se pueden interpretar a partir de los argumentos dados en otra (Sánchez Vázquez, 1976; Sánchez Vázquez, 2003).

Como centro del análisis, entonces, tomaré la *epojé fenomenológica* a la luz de la lectura marxista de Sánchez Vázquez para ver si, efectivamente, la "abstención valorativa" puede ser parte de un discurso "burgués" o si, como pretende Husserl, esta "abs-



tención judicativa" respecto a ciertos objetos posibilita la construcción una verdadera *ciencia rigurosa*.

Entonces, si es cierto que, como sostiene Sánchez Vázquez (1976, pp. 306-307), existe una independencia de la "validez cognoscitiva" de una propuesta teórica respecto de la ideología en ella implícita, ¿qué sentido tiene hablar de una filosofía o ciencia "burguesa"? Asimismo, si la científicidad misma no se ve perjudicada por la ideología subyacente en tanto exista la objetividad, ¿para qué darle un calificativo que, ciertamente, tiene como base una postura ideológica? Además, si la ideología no influye en la científicidad de la ciencia, sino que solamente influye en que determinadas propuestas sean aceptadas o rechazadas, ¿sigue siendo imposible (o impracticable) la "neutralidad" científica?

## **DESARROLLO (JUSTIFICACIÓN, METODOLOGÍA, RESULTADOS)**

### **A) FENOMENOLOGÍA Y CIENCIAS HUMANAS**

La cuestión, no menos importante, de por qué entra la fenomenología en estas consideraciones se resuelve apuntando al hecho de que ambas, la fenomenología y las ciencias sociales, forman parte de un campo mucho más amplio: las ciencias humanas. Las ciencias incluidas en esta clasificación —como la sociología, la psicología y la filosofía, por ejemplo— comparten el mismo "lugar epistemológico" y, por lo tanto, "tienen en común que tratan de la vida humana tal como esta se presenta y opera en el mundo" (San Martín, 2012, p. 15).

Además, cabe señalar que, en sus motivaciones fundamentales, la fenomenología no surge como una "corriente filosófica", sino como "ciencia fundamental". Y, de este modo, en tanto "ciencia fundamental" o, si se quiere, fundacional, se habla, por ejemplo, de una "filosofía fenomenológica", una "ciencia fenomenológica" o, en el campo de las llamadas ciencias sociales, de una "sociología fenomenológica". De ahí que el mismo Husserl, en la introducción general a sus *ideas*, diga que la fenomenología se refiere a todos los fenómenos: los fenómenos de la psicología, los fenómenos de las ciencias de la cultura, los fenómenos de la historia, y así "análogamente por lo que respecta a todas las ciencias de realidades" (Husserl, 2013, p. 77). Y ciencias de realidades son, pues, las ciencias na-

turales así como las llamadas ciencias humanas, bien que en ellas "nunca estemos ante cosas sino ante relaciones sociales, humanas" (Sánchez Vázquez 1976, p. 291).

## B) HUSSERL, ¿CIENTÍFICO DE LA BURGUESÍA?

Me dispongo ahora a hacer la indicada exposición de esta *epojé* en la estructura de la fenomenología, para después dar cuenta de la cuestión principal: ¿es la *epojé fenomenológica* un ejercicio de la "neutralidad ideológica" en el sentido en que Sánchez Vázquez lo adjudica a toda propuesta teórica "burguesa"? O, en otras palabras, ¿es la fenomenología una "filosofía burguesa", como Sánchez Vázquez quiere?

### 1. Lugar y función de la *epojé* en la fenomenología

Contrariamente a lo que algunos estudiosos de la fenomenología sostienen, Javier San Martín afirma que existe una clara diferencia entre *epojé* y *reducción fenomenológicas*:

Si queremos hacer fenomenología, debemos limitarnos en nuestras descripciones a los fenómenos en el sentido antes mencionado y abstenernos de todo uso teórico de juicios sobre aquella realidad que no puede convertirse en fenómeno. Esta *abstención* es la *epojé* y la *limitación a los fenómenos* es la reducción. La totalidad de los fenómenos en este sentido constituye el *mundo como representación* o el *mundo de la representación*, que en este caso hay que diferenciar del mundo como *realidad*, en la medida en que este no aparece en el fenómeno (San Martín, 1992, p. 55).

Es en este sentido de "abstención" teórico-judicativa que hablamos aquí de la *epojé fenomenológica*, o "método de la puesta entre paréntesis". Y es que, en última instancia, la *epojé* es un "cambio radical de la actitud natural" y se practica respecto de la *tesis* de esta misma *actitud natural*, según la cual la "realidad" se encuentra ahí delante como existente y es aceptada tal como se da, como efectivamente existente. Es, entonces, esta *tesis* respecto de la cual nos "abstenemos de juzgar": es esta la que se pone "fuera de acción", se "desconecta", se "pone entre paréntesis" lo que es abarcado ópticamente por ella o, en otras palabras, se "cierra por completo todo juicio sobre la existencia espacio-temporal". Es de este modo que lo que con la *epojé* hacemos es "una cierta abstención del juicio" (Husserl, 2013, pp. 140-145).

Y fenómenos, en el sentido de la fenomenología, son las *vivencias* (Ziri6n, 1987, p. 285). Sin embargo, habr3a que agregar que si bien la fenomenolog3a se ocupa de estos fenómenos (o *vivencias*), lo que caracteriza su manera de acceder a ellos es la *actitud fenomenol6gica*, una "actitud totalmente distinta" que el fenomen6logo adopta, opuesta a la *actitud natural* que, como vimos, es "puesta entre par6ntesis". As3, pues, el campo de la fenomenolog3a ser3 aquella *actitud* fenomenol6gica que muestra al "yo puro" y su "conciencia pura" con sus respectivos "correlatos de conciencia" puros o "vivencias puras", conquistados, tanto esta *actitud* como aquel campo, por la *epoj3 trascendental* (Husserl, 2013, pp. 77; 147-149; 190-191).

## 2. Par6ntesis

Quedan se6alados de esta manera la funci6n y el lugar de la *epoj3* en la fenomenolog3a. He intentado mostrar que a trav3s de ella se conquista de manera adecuada la esfera fenomenol6gica fundamental.

Sin embargo, lo que aqu3 quiero destacar no es ese "yo puro" y su "conciencia pura" con sus "vivencias puras" como correlato, sino aquello que, por otra parte, ha quedado fuera de consideraci6n para la fenomenolog3a una vez realizada la "neutralizaci6n de la conciencia": interesa ahora lo "puesto entre par6ntesis", lo "desconectado", lo "puesto fuera de acci6n".

Es en este punto que comienza realmente la consideraci6n que, desde la perspectiva de S3nchez V3zquez, quisiera hacer sobre la *epoj3 fenomenol6gica*.

Y cabe se6alar que no ha sido todo lo anterior, mal que bien, cosa balad3, pues solo a trav3s de semejantes consideraciones logramos hacernos de una idea de la fenomenolog3a, sus m3todos y su campo de acci6n. Es por ello que resulta siempre de primera importancia hablar sobre la *reducci6n fenomenol6gica* pues, como bien se6ala Eugen Fink en su escrito *La filosof3a fenomenol6gica de Edmund Husserl ante la cr3tica contempor3nea* (2003, p. 366), es esta *reducci6n* el "m3todo fundamental de la filosof3a fenomenol6gica", en el cual est3n "contenidos todos los problemas de la fenomenolog3a". —N6tese que aqu3 Fink no distingue entre *epoj3* y el acto de la *reducci6n*, sino que ambos son momentos de la *reducci6n fenomenol6gica*.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> "La *epoj3* y el acto propio de la reducci6n son dos *momentos b3sicos* internos de la reducci6n fenomenol6gica, mutuamente requeridos y condicionados. Si por *epoj3* entendemos la *abstenci6n de la creencia*, entonces bajo en concepto de 'acto propio de la reducci6n' podemos entender todas las *intelecciones trascendentales* [...]" (Fink, 1995, p. 41).

Así, pues, para saber hasta qué punto responde la fenomenología a una manifestación de la "ideología burguesa", siguiendo el principio de que la "neutralidad" no se apoya en sólidas razones, sino en justificaciones ideológicas" (Sánchez Vázquez, 1976, p. 287), es menester dar cuenta de aquello que por "justificaciones ideológicas" es dejado fuera de valoración en la fenomenología.

Por lo tanto, lo que en este punto toca hacer es la evaluación de la *epojé* fenomenológica en tanto expresión de una "ciencia burguesa", razón por la cual, tal como lo mencioné antes, es necesario hacer referencia a lo que es dejado fuera de consideración por el fenomenólogo una vez aplicado el método de la "puesta entre paréntesis".

### 3. Lo abstenido en la abstención

En conexión con el "alcance de la reducción fenomenológica" (Husserl, 2013, p. 207), hay un pasaje que para mí resulta muy ilustrativo respecto a todo aquello que sucumbe ante la "abstención", "desconexión" o "puesta entre paréntesis". Ahí se afirma que:

Se comprende de suyo, ante todo, que con la desconexión del mundo natural, el físico y el psicofísico, son también desconectadas todas las objetividades individuales que se constituyen por obra de las funciones de conciencia valorativas y prácticas, toda clase de formaciones de la cultura, las obras de las artes técnicas y bellas, las ciencias [...], los valores estéticos y prácticos de toda forma. Igualmente, como es natural, también las realidades de la índole del Estado, la costumbre, el derecho, la religión. De tal modo, sucumben a la desconexión todas las ciencias de la naturaleza y del espíritu con su acervo de conocimiento entero, precisamente como ciencias que han menester de la actitud natural (pp. 207-208).

Como se puede observar, Husserl es muy claro al afirmar que "sucumben a la desconexión" todas las *realidades* de que se ocupan tanto las ciencias naturales como las ciencias humanas.

Por otra parte, Husserl, en sus *Ideas II*, lleva a cabo unas importantísimas investigaciones sobre la constitución intencional de la realidad. En ellas, son objeto de estudio: la naturaleza tanto material como animal, el yo respecto a su corporalidad y el yo en tanto sujeto anímico, entre otras cuestiones. ¿No son estos acaso los objetos de estudio la física, la biología y la psicología, ciencias de *realidades* y en relación a las cuales la fenomenología había anunciado un distanciamiento?

La cuestión, un tanto evidente quizá, es que estas *realidades*, una vez completado el "método de reducciones fenomenológicas", se han convertido en fenómenos fenomenológicos. Esto significa que, si bien son fenómenos abordados por ciencias de *realidades*, una vez que han sucumbido a todo el aparato metodológico de la fenomenología y son considerados con "una actitud totalmente distinta", es decir, la "actitud fenomenológica", son estudiados en su pureza eidética por la fenomenología en tanto "fenómenos trascendentalmente reducidos".

## CONCLUSIONES (DISCUSIÓN Y APORTACIONES)

Entonces, si, según parece, la susodicha "abstención" no se abstiene de nada ni la "neutralización" neutraliza nada, ¿de qué se trata esto?

Lo que pasa es que ya se anunciaba esta situación desde la Introducción a las *ideas* I, cuando se decía que la fenomenología, aunque en la "actitud fenomenológica" conquistada con su método de "reducciones fenomenológicas", se ocupa de todos fenómenos y según "todas las significaciones", "por distinto que pueda ser el sentido de la palabra fenómeno [...] y sean cuales fueren las significaciones que pueda aún tener" (p. 77).

Visto desde este punto, de lo único que se abstiene propiamente la fenomenología es de compartir las tesis de aquellas ciencias que parten de la "actitud natural" y de compartir cualquier enjuiciamiento propio de esta misma "actitud". La fenomenología se mantiene *neutral respecto a sus juicios de existencia*, para tratar meramente con sus objetos en "actitud fenomenológica" pues, según Husserl, "el incentivo para la investigación no tiene que provenir de las filosofías sino de las cosas y de los problemas" (Husserl, 1973, p. 108).

Por otra parte, entonces, el verdadero problema yace en el concepto de la "neutralidad" pues, según veo, Sánchez Vázquez se mueve en una concepción muy rígida del mismo y que, quiéralo o no, se encuentra en una relación muy estrecha con la concepción naturalista de la "objetividad". Esta "objetividad", nos dice Sánchez Vázquez, es ajena a la "subjetividad" del científico pues hunde sus raíces en el método *aplicado* y en los resultados de *su* actividad (1976, p. 290). De cualquier modo y según su propio argumento, es evidente que la ciencia "no se hace sola", lo cual cancela toda objetividad fundada en estas justificaciones, mal que le pese a quien, como él, pudiera sostener que la aplicación de un método y la actividad científica son ajenas a la subjetividad.

Por otra parte, lo que me obliga a tratar con cautela la postura de Sánchez Vázquez en este asunto es la ambigüedad que muestra, por ejemplo, al decir que el método en las ciencias sociales no debe ser un "simple calco" del de las ciencias naturales cuando, justo unos párrafos antes, había criticado la renuncia de las ciencias sociales al método científico, "probado ya en las ciencias naturales", en pos de métodos que "excluyen sus características" (1976, pp. 291, 289). Y es que, si no me equivoco, "esta concepción se conoce con el nombre de monismo naturalista, precisamente porque solo reconoce un modelo epistémico y metodológico de cientificidad importado de las ciencias naturales" (Velasco, 2014, p. 61).

Lo que ahora interesa destacar, que no es cosa menor, es la manera en la que la fenomenología queda posicionada "ideológicamente" una vez que he aclarado la verdadera postura de Husserl respecto a la "neutralidad", condicionante-de a la vez que condicionada-por la ideología. Pero creo que a partir de los elementos que he traído a su consideración, el lector, según su cabal juicio, puede decidir si, efectivamente, es la fenomenología una expresión de la "ciencia burguesa" en la medida en que la postura marxista de Sánchez Vázquez pretende criticar estas expresiones "burguesas" tanto de la ciencia, como de la filosofía en el sentido de una carencia de "consciencia" respecto a las condiciones materiales en que el mundo se encuentra sumido gracias al capitalismo; o quizá, por otra parte, la fenomenología es la crítica más radical a la modernidad en tanto cuestiona no solamente un "modo de producción" sino la totalidad de su estructura, que va desde sus postulados sobre la existencia.

De este modo, lo que he intentado mostrar aquí es que la crítica de Sánchez Vázquez se equivoca con sus acusaciones respecto a la fenomenología. Su postura se encuentra llena de ambigüedades que no permiten ver de bien a bien dónde se encuentra posicionado. De un lado, parece caer en una postura monista; del otro lado, su mirada parece dirigirse orientarse a una crítica hacia semejante monismo.

Por lo que respecta a la fenomenología, parece ahora claro que se mueve en una idea de la neutralidad que no se identificaría con aquella que asumen las posturas positivistas o naturalistas. Quizá, como quiere Sánchez Vázquez, la fenomenología es una "ciencia burguesa", pero si lo es, no se debe a su asunción de la neutralidad pues el sentido es totalmente distinto. Cabría hacerse otro examen en el cual se analizarán las razones por las cuales la fenomenología sería una manifestación de la "ciencia burguesa", pero en lo que a esta investigación respecta creo haber refutado la tesis de Sánchez Vázquez sobre el tema particular que aquí atañe.

## REFERENCIAS

- Fink, E. (1995). *Sixth Cartesian Meditation. The Idea of a Transcendental Theory of Method*. (Ronald Bruzina, trad.). Bloomington-Indianapolis: Indiana University Press.
- Fink, E. (2003). "La filosofía fenomenológica de Edmund Husserl ante la crítica contemporánea" (Raúl Veloso Farías, trad.). En *Acta fenomenológica latinoamericana*, volumen 1, pp. 361-428.
- Husserl, E. (1973). *La filosofía como ciencia estricta*, segunda edición (Elsa Tabernig, trad.). Buenos Aires: Nova.
- Husserl, E. (2008). *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental* (Julia V. Iribarne, trad.). Buenos Aires: Prometeo Libros.
- Husserl, E. (2013). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica. Libro Primero: Introducción general a la fenomenología pura* (José Gaos & Antonio Ziri6n Quijano, trad.). México: UNAM-FCE.
- San Mart6n, J. (1992). "Estructura y funci6n de la fenomenolog6a en Husserl". En *Escritos de filosof6a*, a6o XI, volumen 21-22, enero-diciembre, pp. 47-66.
- San Mart6n, J. (2012). "Ciencias humanas y ciencias sociales, una relaci6n ambigua desde la fenomenolog6a". En *Recerca: revista de pensament i an6lisi*, n6mero 12, pp. 13-22.
- S6nchez V6zquez, A. (1976). "La ideolog6a de la 'neutralidad ideol6gica' en las ciencias sociales". En Balc6rcel, J. L., Bunge, M. et al., *La filosof6a y las ciencias sociales*. M6xico: Grijalbo, pp. 287-313.
- S6nchez V6zquez, A. (2003). *Filosof6a de la praxis* (tercera edici6n). M6xico: Siglo XXI.
- Velasco G6mez, A. (2014). *Aspectos epistemol6gicos, hermen6uticos y pol6ticos de la diversidad cultural*. M6xico: UNAM.
- Ziri6n, A. (1987). "Equ6vocos y precisiones sobre los conceptos de fen6meno y fenomenolog6a". En *Di6noia*, volumen 33, n6mero 33, pp. 283-299.





# ***MEMENTO MORI: RESIGNIFICACIÓN DE LA MUERTE EN MUJERES DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, A RAÍZ DE LOS FENÓMENOS DE LAS VIOLENCIAS HOMICIDAS DE 2008-2012***

**Autora:** Cecilia Mariel Martínez Lozano

**Matrícula:** 2015583

**Carrera:** Licenciatura en Sociología

Instituto de Ciencias Sociales y Administración

## **RESUMEN**

La presente investigación busca dar cuenta desde una visión sociocultural de los principales procesos de resignificación que las representaciones de la muerte sufrieron en las mujeres de Ciudad Juárez a causa de los eventos violentos que tuvieron lugar en la ciudad. Históricamente, la figura de la feminidad ha estado en situaciones de constante riesgo y vulnerabilidad en el contexto juarense: feminicidios, desapariciones forzadas pero además, durante los años más cruentos de la violencia, muchas de las víctimas indirectas de los homicidios fueron las madres, hijas, hermanas, esposas que perdieron a seres cercanos y que eran piezas claves en su cotidianidad. Todo esto modificó de múltiples maneras la forma en cómo estas mujeres se percibieron a sí mismas, a su ciudad y sobre todo, la propia concepción de la muerte, desde la más próxima hasta la de un completo desconocido.

Palabras clave: Resignificación de la muerte, mujeres, feminicidios, violencia, contexto de riesgo.

## CIUDAD JUÁREZ Y LA ENTRONIZACIÓN DE LA MUERTE

Los fenómenos de las muertes que se vinculen a la violencia son una constante histórica en la población femenina de Ciudad Juárez. Los *feminicidios*, fenómenos cuyos primeros registros se remonta hasta el año 1993 representan una amenaza directa y estremeceadora, sin embargo los episodios violentos acontecidos en 2008-2012, repercutieron de manera indirecta, pero atroz en la vida de las mujeres que perdían de manera inesperada a hombres importantes dentro de sus dinámicas de vida.

La muerte en contextos violentos se cierne sobre cualquier territorio, en condiciones de guerra, de catástrofes naturales o de atentados terroristas, pero en Ciudad Juárez la muerte bajo su cariz de violencia y terror parece enraizarse, desde el año de 1993, hasta la fecha. Siendo 2008-2012 momentos cumbres de lo que Mbembe define como "el punto culminante de un proceso de deshumanización y de la industrialización de la muerte" (Mbembe, 2011: 25). La muerte, entonces se instaló en la comunidad como apéndice del campo del poder político y económico.

Ante la acuciante de la problemática ligada al narcotráfico y al crimen organizado en el país el 28 de Mayo de 2008, se da a conocer públicamente por parte del Gobierno Federal un programa que será instrumentado bajo el nombre de "Operativo Conjunto Chihuahua". El entonces presidente, Felipe Calderón, enfatizó en su momento, en la importancia de emprender "una guerra contra el narcotráfico". Dicha lucha suponía la militarización de territorios específicos del país en donde el comercio, distribución y producción de sustancias ilegales se encontraba en apogeo. Ciudad Juárez ha sido un espacio, que dada su condición de frontera ha servido para que varios grupos delictivos asienten sus aparatos criminales.<sup>1</sup> De tal suerte que para principios del 2009, la ciudad se militarizó por completo, cerca de cinco mil doscientos elementos militares arribaron a la ciudad, para establecer un ambiente de hostilidad, de confrontación hacia aquellos que operaban en células del crimen organizado, y que suponían una amenaza para la salud pública, para la seguridad y para el bienestar de la población, ambiente que la sociedad civil también vivió y resintió, al verse directamente afectada.

Es entonces cuando aquella muerte que desde el siglo XIX se ha intentado esconder, ignorar y soterrar, bajo el velo del tabú (Ariés, 1975: 33) nos alcanzó de la forma

---

<sup>1</sup> Bajo la custodia, aprobación y participación activa de diversas instituciones gubernamentales y sociales (Segato, R. 2013;36)

más dolorosa con la pérdida de vidas de aproximadamente 9710 personas<sup>2</sup> inocentes o implicadas en células delictivas, o con la desaparición sistémica de mujeres que desde 1993 a la fecha ya suman aproximadamente 3538 (Molloy, 2012). La muerte es un acto personalísimo, que sin embargo, afecta y trastoca las vidas de aquellos que aún existen. Ciudad Juárez representa la mayor expresión de una comunidad que ha sido *abatida por la muerte*.

## LA NECESIDAD DE NOMBRAR LA MUERTE

### JUSTIFICACIÓN

Poniendo en relieve el contexto de riesgo, violencia y muerte que persistía en la ciudad, la presente investigación buscaba analizar una posible resignificación en la construcción del sentido de la muerte en las mujeres de Ciudad Juárez, a partir de las sensaciones de miedo, vulnerabilidad e inestabilidad que el clima de violencia imperante producía, en consecuente consonancia con el riesgo que supone ostentar una condición femenina en esta ciudad (Monárrez, 2013: 150).

Tasa de homicidios por año en hombres de Ciudad Juárez, 2008-2011

Año	Población de hombres	Homicidios de hombres	Tasa por cada 100 000 habitantes
2008	662 743	1467	221
2009	664 215	2371	357
2010	665 691	2640	397
2011	721 146	1726	239

Fuente: Observatorio de Violencia Social y de Género, "Cuarto Informe: Crímenes en Juárez 2009. Homicidios 2008-2012" Retomado de Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadanas. <http://observatoriodejuarez.org/dnn/Estadisticas/Homicidios.aspx> (Consulta 23 de febrero del 2016).

Como muestra la tabla la población cuantitativamente más afectada por las olas de crímenes violentos en la ciudad, fueron los hombres. Sin embargo, quienes sobrevivían,

<sup>2</sup> Dato obtenido del Observatorio Municipal de Seguridad y Convivencia Ciudadanas del Municipio de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Disponible en: <http://observatoriodejuarez.org/dnn/Estadisticas/Homicidios.aspx>

quienes tenían que hacer frente a la reestructuración de las dinámicas familiares, los estigmas sociales, el dolor y tristeza que la pérdida de cualquier ser querido implica, quienes cualitativamente tienen una trama que narrar, fueron las mujeres. Aquellas madres, esposas, hijas, hermanas, que perdieron a uno o varios hombres significativos en sus vidas a causa de la violencia, representan una población importante de analizar, porque sus vidas suponían un *doble riesgo, un doble drama*. Por un lado, la trama de las muertes de aquellos a quienes perdían y por otro la narrativa que las confronta diariamente con el fenómeno del feminicidio y la violencia de género.

## METODOLOGÍA

Al buscar conocer las *representaciones* que las mujeres de Ciudad Juárez construyen alrededor de la muerte, una constante desde el inicio fue plantear la investigación en una línea metodológica cualitativa. Dentro de los recursos que las investigaciones cualitativas brindan se encuentran los *grupos focales*, herramienta de la cual me serví para realizar el trabajo de campo. Considero que por el tipo de línea investigativa que estaba planteando, en la cual me interesaba conocer las representaciones, el sentido y los discursos construidos alrededor de la muerte, la técnica de grupos focales era más útil, práctica y pertinente, para que las mujeres que en ellos participaran pudieran externalizar y socializar de manera colectiva, procesos tan complejos e íntimos como la pérdida de alguien querido, en las circunstancias que fuesen.

### **Población. Proceso de exclusión/inclusión para configurar los perfiles de participantes del grupo focal**

El perfil que se buscaba era heterogéneo, cuyas únicos tres requisitos indispensables fuesen: ser mujeres, ser mayores de edad y haber vivido en la ciudad por más de quince años. Cumpliendo esas tres características, los perfiles podían configurarse con mujeres que desempeñaran ocupaciones diferentes, con grados de escolaridades diversas, niveles socioeconómicos plurales, diversos contextos familiares y provenientes de sectores de la ciudad diferentes, dicha heterogeneidad se buscaba para enriquecer el espectro de opiniones, experiencias y posicionamientos. También fue necesario asegurarme de que al menos tres de las participantes hubiesen tenido una experiencia directa con la muerte violenta de alguien cercano, para poder llevar a cabo la comparación entre pares.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

La síntesis de resultados se articulará en dos apartados: La *muerte-sentido*, la cual supone las representaciones y concepciones subjetivas que de la muerte se construyen a partir de las experiencias cotidianas y cercanas con el fenómeno. *Muerte-homicidio*, debido a los escenarios de conflictos violentos recurrentes en la ciudad era importante conocer hasta qué punto es asociable dentro del imaginario social femenino la categoría de muerte con el concepto de homicidio.

### MUERTE/SENTIDO: LA MUERTE COMO CONSTRUCCIÓN SOCIOCULTURAL

De manera generalizada, las representaciones discursivas colectivas que sobre la muerte se construyeron fueron de *carácter negativo*. Como idea predominante existieron los referentes a la infancia y la muerte relacionado con esta etapa de la vida. En repetidas ocasiones lo que las participantes decían se vinculaba en estrecho nexo con la edad, y como las emociones que la muerte genera se modifican conforme la vida transcurre, se crece y se viven decesos de personas queridas que nos familiarizan con el fenómeno.

Se encontró que las participantes diferencian la muerte en tres variantes: "Violenta, natural y accidental". Ante las tipologías establecidas por las participantes, se les preguntó, ¿quiénes creían que eran más susceptibles o vulnerables de sufrir una muerte violenta o una muerte accidental? En base a las respuestas, se puede establecer una relación de la muerte accidental con la niñez. Para estas mujeres todos somos susceptibles de morir una muerte accidental (accidente vehicular, algún tipo de lesión mortal, etcétera). Sin embargo, consideran que la población infantil es mucho más vulnerable en esta cuestión por su poca percepción y entendimiento del riesgo y su curiosidad por conocer el mundo, que en muchas ocasiones les coloca en situación de vulnerabilidad. Uno de los hallazgos que vale la pensar resaltar es el que da cuenta de las poblaciones que según ellas se relacionan con la muerte violenta: *mujeres y delincuentes*.

También es importante marcar el acento en que las mujeres que dentro del grupo focal abordaron el tema del *feminicidio* y la violencia de género, ubican la aparición de dichos fenómenos mucho antes de los fenómenos de las violencias en 2008-2012. Es decir, lo ven como un fenómeno aislado e independiente de lo ocurrido en años recientes en la ciudad, sin embargo, enfatizan en el hecho de que se magnificaron los riesgos y los sentimientos de miedo, alarma y vulnerabilidad. Las participantes conciben al *femi-*

*nicidio* como un fenómeno latente y que sigue afectando a la ciudad, por lo tanto, sigue representando un escenario importante de reproducción de la violencia y de la muerte. Consideran que ellas en su condición femenina deben poner más cuidado en las horas a las que salen, las personas con las que se juntan, los lugares que visitan y procuran transitar la ciudad (sobre todo de noche) acompañadas, de preferencia por un varón.

Atendiendo a otro orden de ideas, existió una diferencia discursiva significativa al momento de enunciar las emociones que las experiencias de muertes cercanas producían en cada una de las participantes. Las participantes cuyas experiencias con la muerte se asocian a la muerte natural, describen sus emociones en general como sensaciones de: "Tristeza, soledad, dolor, tranquilidad y temor" en cambio, las tres participantes que sufrieron muertes violentas describen sus emociones en un tenor que apunta más a la "Impotencia, coraje, rabia, miedo, terror, incertidumbre, vergüenza". Este último sentimiento es muy importante de retomar porque remite a un proceso de "duelo censurado". Esto no quiere decir que unas emociones sean excluyentes de otras, o que quien vive una muerte violenta cercana deba sentir solo en ese tenor. La mezcla de emociones es un fenómeno natural ante el deceso de alguien a quien amamos, sin embargo, la sensación de "tranquilidad" sí contrasta con cualquier otra emoción que una muerte violenta pueda generar. Al igual que en ninguno de los casos se mencionó el sentimiento de "vergüenza" como reacción a la muerte natural.

### **MUERTE/HOMICIDIO. VINCULACIÓN DEL SENTIDO DE LA MUERTE CON LA VIOLENCIA HOMICIDA**

Las muertes homicidas, como categoría relevante, se articularon en la investigación en dos directrices: *experiencias directas con muertes violentas y experiencias indirectas con muertes violentas*. Las maneras en que las participantes consideran haberse aproximado al fenómeno de las muertes violentas indirectas son mediante: los medios de comunicación, el trabajo y los homicidios que presenciaron en la vía pública. Ambos grupos de mujeres consideraban que la manera en que las muertes violentas impactaron en sus prácticas laborales, fue mediante una sobreexposición a riesgos continuos al desplazarse de la casa al trabajo o viceversa.

De manera generalizada las integrantes también atribuyen a la violencia el cierre de negocios y la desaceleración económica que vivió Ciudad Juárez en esa época, lo cual consideraban un círculo vicioso mediante el cual los jóvenes desempleados y sin un futuro cierto podían considerar incursionar en grupos criminales que les permitieran obte-

ner una fuente de ingresos cuantiosos y fáciles. Por otro lado, comentaban también experiencias que a pesar de ser indirectas, por no sufrirlas en su persona o en sus núcleos más cercanos, se volvieron cercanas por la proximidad del atentado. Los homicidios en la vía pública con lujo de violencia e incluso hasta de teatralidad, produjeron dentro de las participantes un sentido de riesgo latente. Manifestaron también cierta tendencia a sectorizar la ciudad, a tildar de “peligrosa” tal o cual colonia y a evitar transitar por ellas. Las participantes quienes viven al suroriente de la ciudad —uno de los polígonos peligrosos según dos de las integrantes— consideraron “exagerada” dicha percepción, al considerar que “toda la ciudad es insegura, no nomás las Torres o el Centro”. Otro efecto que se consideró nocivo y con amplias repercusiones en el bienestar social fue la dinámica que se dio entre medios masivos y sociedad, en donde los homicidios eran montados a modo de espectáculo, los *narcomensajes*, la manera de colocar los cuerpos evidenciando y satirizando a la víctima, generaron una naturalización de la violencia, que repercute, según la visión de las participantes, sobre todo en los niños(as) y jóvenes. En base a las experiencias como madres, tías e incluso como educadoras, aseguran que los niños(as) no tenían una idea clara de la muerte, no alcanzaban a comprender un fenómeno de tales magnitudes, pero según su percepción los eventos violentos que cimbraron a la ciudad, así como la sobreexposición a imágenes, películas, videojuegos y noticias de matices violentos sembraron en los niños(as) un eco de la violencia, que se manifiesta en los juegos, las charlas y las formas de relacionarse con los demás.

Dentro de la directriz que apuntala a experiencias directas con muertes violentas, se encuentra una representación general y muy evidente dentro de los discursos de las mujeres que vivieron la pérdida de aquellos hombres amados e importantes. La repercusión más aguda se centra en las estructuras familiares. El cambio de roles, la necesidad de mujeres que se desempeñaban como amas de casa de salir a trabajar, los abuelos(as) que ante la muerte de sus hijos(as) deben volver a interpretar el papel de padres con sus nietos, etcétera. Las rupturas de lazos familiares, la migración de partes de la familia en busca de seguridad y bienestar hacía otras entidades del país o al extranjero, representa un fuerte cambio dentro de las dinámicas familiares locales. Estas situaciones tan complejas de sobrellevar se intensifican cuando se debe lidiar con la estigmatización que se desprende de un homicidio. El morbo, la especulación, “el chisme”, las miradas, las críticas agudizan el estado de tristeza o incluso depresión por el cual atraviesan la mayoría de los familiares de las personas asesinadas.

Las mujeres quienes no habían sufrido la muerte violenta de nadie cercano consideraban que las víctimas de la violencia fueron “pandilleros, narcos, cholos, malvivientes,

hombres jóvenes que andaban en malos pasos" ante lo cual las participantes quienes habían vivido y relatado la muerte violenta de hombres allegados a ellas, se mostraron inconformes ante tal generalización, aduciendo que esa era la idea que los medios masivos de comunicación "vendió" a la ciudadanía, pero que era *injusto* y errado pensar que *todas* las personas abatidas en circunstancias criminales tenían vidas delictivas o que representaban un mal para la sociedad. Dieron con ejemplos y memorias los aspectos positivos de sus padres, esposos e hijos muertos, tratando de convencer a las demás de desentenderse de aquel juicio tan moralista e inapropiado.

## CONCLUSIONES

Como hallazgo importante de presentar se encuentra, una posible respuesta a una de las preguntas que motivó esta investigación: ¿Se banalizó la muerte?, ¿sucedió en Ciudad Juárez lo inédito, la pérdida del humano temor ante la muerte? Al hablar de la naturalización de la violencia, de la pasividad e incluso morbo con que muchos de los asesinatos fueron asumidos por los ciudadanos juarenses, una respuesta simplista y poco detallada podría apuntar a que así fue, sin embargo, deteniéndonos a analizar la información obtenida se pueden rastrear indicios de un fenómeno paradójico que apunta a reconocer la creciente individualidad que permea una sociedad industrializada como la nuestra, la cada vez más natural sobreexposición a imágenes y hechos violentos, ocasionan, tal y como señala Cartay (2012) que la muerte sea menos perturbadora para el colectivo, pero mucho más intolerable y dolorosa para el individuo. No se banaliza la muerte, se banaliza a los muertos, los muertos sin rostro, despersonalizados, aquellas personas que nos son ajenas, intrascendentes, que no representan más que una nota en el diario de la mañana o una noticia más que escuchar en el noticiero nocturno. La carencia de un sentido de colectividad, el rompimiento con estructuras sociales que se establezcan más allá de nuestro núcleo cercano de relaciones, no solo mediatiza el enfrentamiento de cada individuo con su propia muerte, sino que también condiciona la forma en la que se ha de entender y enfrentar la muerte de los otros.

Las conclusiones de las participantes dan claros indicios de un abierto temor, miedo y preocupación por el futuro de la sociedad a la que pertenecen, y a la cual consideran profundamente lastimada. Evidencian su desconfianza hacia los otros, de pronto todos se volvieron potenciales agresores, potenciales victimarios. Sin embargo, no fue posible identificar de manera precisa y contundente el sentido *del doble riesgo, doble trama*, del



cual se habló durante la introducción. Si bien las mujeres destacan los peligros de *ser mujeres* en una ciudad como la nuestra, existieron ambigüedades discursivas que impiden puntualizar sobre este aspecto. Lo cual por sí solo, también representa un hallazgo, no en el sentido esperado o planeado, pero sí en el sentido que revitaliza las investigaciones sociales.

Encuentro como hallazgo valioso, la generalizada necesidad de las mujeres por hacerse oír, por relatar sus experiencias, por *nombrar la muerte*. Contrario a lo que mi formación teórica me hacía creer, la muerte es un tema del cual se quiere hablar, pero del cual no todos quieren oír. La resignificación que del sentido de la muerte se obtuvo, se creó a partir de un proceso duro, cruel y muy doloroso, como lo fue el que vivimos en los años 2008-2012. Pero como toda experiencia difícil, me atrevo a decir que dejó huellas casi imperceptibles y sutiles que pueden considerarse positivas, una de ellas es la "reinterpretación de la muerte" que es consecutiva a la reinterpretación de la vida. Si las miles de muertes violentas generaron un temor callado e individual, existe pues una necesidad imperiosa por desmitificarla, redimirla, la muerte debe ser nombrada, hay que hacerse cargo de ella, hay que aprender a decir la muerte, no importa si es desde el dolor, la rabia o la impotencia. Para poder entenderla no como fin del ciclo de la vida, sino como un fenómeno que contiene la vida en sí misma.

## REFERENCIAS

- Aries, P. 1999. "El hombre ante la muerte." Editorial Taurus, España, pp. 12-186.
- Cartay, R. 2012. "La Muerte", *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, vol. 12, núm. 34, Universidad de los Andes Mérida, Venezuela, pp. 447-470.
- Molloy, M. 2012. "Juárez: Símbolo de la mortandad", *Proceso*, México.
- Monárrez, J., 2013. "Ciudad Juárez: Sobrevivir: Vidas superfluas", en compilación "*Vida, muerte y resistencia en Ciudad Juárez*", Colegio de la Frontera Norte, pp. 143-169.
- Observatorio de Violencia Social y de Género, "Cuarto Informe: Crímenes en Juárez 2009. Homicidios 2008-2012". Retomado de Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadanas. <http://observatoriodejuarez.org/dnn/Estadisticas/Homicidios.aspx>



**ÁREA 6**

**BIOTECNOLOGÍA  
Y CIENCIAS  
AGROPECUARIAS**



**Área:** Biotecnología y Ciencias Agropecuarias

**Nombre del docente:** Dr. Juan Pedro Flores Margez

**Departamento:** Ciencias Químico Biológicas

**Instituto:** Instituto de Ciencias Biomédicas

## MENSAJE

El encuentro de jóvenes investigadores debe seguirse realizando porque representa una oportunidad muy valiosa, tanto para los alumnos como para el personal docente e investigadores. El evento ha sido exitoso desde sus inicios, en particular el 4.º Encuentro en 2016, resultó excelente debido a los trabajos presentados por los estudiantes de pregrado, quienes en el área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias dieron a conocer una amplia variedad de temas que aportaron una ventana en la que los estudiantes pueden percibir y experimentar la crítica a sus hallazgos en investigación a través de sus presentaciones y evaluaciones. En mi calidad de evaluador, fue una tarea muy interesante y a veces complicada en algunos casos al calificar trabajos muy competitivos en ciencias químicobiológicas; sin embargo, logramos obtener una experiencia importante entre los evaluadores al revisar los conceptos o rubros de calificación y llegar a consensos imparciales, así como dictaminar a los mejores jóvenes investigadores. Me permito dar una recomendación a los jóvenes investigadores, no solo a los seleccionados para el evento, sino a todos los que quieran participar en los encuentros futuros, es decir, les recomiendo que aun sin lograr ser seleccionado, la experiencia de la participación inicial es la que les brinda el sueño de lograr una meta en su camino hacia la superación profesional y personal. Por ello, no desistan de someter sus trabajos por sencillos que parezcan, porque los grandes descubrimientos y los mejores investigadores nacen de encontrar pequeñas explicaciones a los fenómenos naturales, que al final hacen que la sociedad del conocimiento avance de manera exitosa.



## **GARRAPATAS (IXODES) QUE INFESTAN NATURALMENTE A PERROS DE CIUDAD JUÁREZ Y NUEVO CASAS GRANDES, CHIHUAHUA.**

**Autor:** Castillo, L.O., estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

**Coautor:** Ordoñez, L.S., estudiante de la Maestría en Ciencias Veterinarias Sustentables de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Martínez, F., investigador del Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

**Tutores:** Rivera, R., profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.; Rodríguez, A. C., profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; Beristain, R. D., profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

### **RESUMEN**

**D**urante los últimos años, las garrapatas han tomado gran importancia en la salud pública, pues son vectores de patógenos. Se ha observado un aumento en la población de garrapatas debido al incremento de personas con mascotas, esto aunado al cambio climático, que ocasionó una variación de temperatura, provocando efectos significativos sobre el hábitat de la garrapata, afectando su distribución, pues ahora es posible encontrarla durante el año. La habilidad de las garrapatas a adaptarse a climas cálidos como el de Ciudad Juárez, dio pauta para la realización de este estudio, en el que se recolectaron muestras de 433 perros domésticos, de los que se capturaron 1691 especímenes, de las cuales 1688 pertenecen a la especie *Rhipicephalus sangui-*

*neus*. Es de suma importancia identificar las especies de garrapatas presentes, pues de esto dependerá las enfermedades que puedan transmitir. Esta identificación se puede realizar en base a características individuales de cada especie.

Palabras clave: Patógeno, *Rhipicephalus sanguineus*, salud pública.

## INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son el segundo grupo más importante de vectores de enfermedades transmisibles a animales y humanos. Este artrópodo es de gran importancia en la salud pública, debido a que al alimentarse del humano es capaz de transmitir patógenos causantes de enfermedades tales como la enfermedad de Lyme, ehrlichiosis, babesiosis, fiebre de las montañas rocosas, tularemia y parálisis causada por toxinas. Las garrapatas también facilitan a las infecciones secundarias, y reacciones alérgicas por su saliva (Tinoco-Gracia *et al.*, 2009).

Durante los últimos años, las garrapatas han tomado gran importancia en la salud pública, pues debido al incremento de personas con animales de compañía, se hace más notoria la infestación. Otra razón, es el cambio climático, la variación de la temperatura ambiental puede tener efectos significativos sobre diferentes hábitats de garrapatas. Estas regulan su temperatura corporal de acuerdo con su ambiente inmediato y, por tanto, son sensibles a los cambios ambientales, de manera que pequeñas variaciones sobre la temperatura, humedad y brillo solar, pueden ser suficientes para afectar su abundancia, distribución y capacidad vectorial (Cortes, 2010).

Los miembros de la familia *Ixodidae* o garrapatas duras, son las de mayor importancia al ser los vectores de enfermedades zoonóticas (tabla 1). Estas pueden transmitir patógenos de manera directa al alimentarse de un huésped infectado, de forma transestadial, es decir, la infección adquirida por la larva se conserva en la etapa de ninfa/adulto, y por transmisión transovarica, la transmite la garrapata hembra a su descendencia (Bowman, 2014). La garrapata café del perro o *Rhipicephalus Sanguineus*, es de color amarillo, rojizo o marrón negruzco y los adultos sin alimentar puede medir de 3 a 4.5 mm de longitud, las hembras repletas pueden alcanzar una longitud de 12 mm. Los palpos e hipostoma son cortos, y el capítulo dorsalmente tiene forma hexagonal (Taylor *et al.*, 2013).



## DESARROLLO

El presente trabajo se realizó en los municipios de Juárez, que se ubica a 31° 07'-31° 48' latitud norte y 106° 10'-106° 58' longitud este y Nuevo Casas Grandes, ubicado a 30° 09'-30° 52' de latitud norte y 107° 24'-107° 60' de latitud oeste (Inegi, 2010). Ambos localizados en el norte del estado de Chihuahua. Se incluyeron estos dos municipios por ser los de mayor densidad poblacional en el norte del estado (Inegi, 2010).

Se incluyeron perros que al momento de la inspección presentaron garrapatas. No se tomó en cuenta la raza, edad, sexo o presencia de enfermedad del animal. Durante la recolección se rellenó un cuestionario con la siguiente información: área anatómica en la que fue encontrada la garrapata en el hospedero, raza, edad y sexo. Los especímenes se colectaron de forma manual con la ayuda de pinzas de disección, utilizando un algodón impregnado de alcohol al 70 %, una vez desprendidas se depositaron en un vial de 2 ml, con alcohol al 70 % para su conservación y fueron marcadas para su posterior identificación.

La identificación de los ejemplares se realizó en el Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) y en el Laboratorio de Parasitología del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). La identificación taxonómica se realizó en un estereoscopio (Stemi 200C con cámara digital Axio Cam, Carl Zeiss). En todos los casos se realizó un registro para cada ejemplar que incluía los siguientes datos: el estado evolutivo, sexo, especie, grado de alimentación además de los datos del huésped, como raza, edad, sexo y grado de infestación. En ambos laboratorios la clasificación se realizó por personal certificado por SENASICA.

## RESULTADOS

Se identificaron 1691 garrapatas capturadas de 433 perros en los dos municipios, cuya relación la podemos observar en la tabla 2. El 99.82 % (n = 1688) de las garrapatas coincidieron con las características morfológicas de la garrapata marrón del perro o *Rhipicephalus sanguineus* (figura 1) y el restante, 0.17 % (n = 3) se identificó como *Otobius megnini* (Figura 2). Estas últimas garrapatas fueron colectadas del mismo perro en Juárez. El 100 % (n = 117) de los 27 perros de Nuevo Casas Grandes presentaron garrapatas con características morfológicas correspondientes a *R. sanguineus*.

## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio realizado para identificar las garrapatas que afectan a los perros en los municipios de Juárez y Nuevo Casas Grandes. Por lo tanto, el primer reporte de ectoparasitosis causadas por *R. sanguineus* y *Otobius megnini*, en perros en estos municipios del norte de Chihuahua.

Aunque la garrapata marrón del perro es originaria de África, actualmente presenta una distribución cosmopolita. Esto la hace la especie de garrapata más común en perros y se encuentra en todos los continentes (Morales & Cruz, 1998). Esta amplia distribución se debe a su capacidad para adecuarse a condiciones climatológicas extremas, sobresaliendo el dato de que es la especie de garrapata que mejor se adapta a los climas secos (Dantas-Torres *et al.*, 2010; Yoder *et al.*, 2006), como los que presentan estos dos municipios.

La importancia de esta garrapata, radica en ser el vector de múltiples patógenos que afectan a perros y al ser humano (*Babesia canis*, *Rickettsia rickettsii*, *Ehrlichia canis*, *Coxiella burnetii*). Pues aunque el perro es el huésped primario, esta garrapata, puede parasitar otros animales incluyendo al humano. El aumento de actividad no solo de *R. sanguineus* sino de todas las garrapatas es provocado por el estrés que produce en ellas la exposición a la luz y altas temperaturas. Esto conlleva a una excitación e induce el cambio del comportamiento de búsqueda de alimento (Dantas-Torres *et al.*, 2010).

Otra característica importante de la garrapata marrón del perro es su actividad endofílica, lo que genera que todos los estadios de desarrollo estén en el ambiente interior directo del perro (alfombras, paredes y muebles) (Dantas-Torres *et al.*, 2010; Pat-Nah *et al.*, 2015). No obstante, posee una gran capacidad de adaptabilidad, que le permite desarrollarse también en áreas exteriores cercanas al hogar, especialmente si tienen refugio –paredes de las casas, entre las piedras del suelo y dentro de las grietas (Álvarez-Hernández *et al.*, 2015).

Los resultados encontrados en el presente estudio confirman que esta garrapata con distribución mundial habita en regiones con climas extremos (Beugnet & Chalvet-Monfray, 2013; Cortes, 2010; Keirans & Pound, 2003). En América se ha reportado desde Canadá hasta Argentina (Galaviz-Silva *et al.*, 2013; Morales & Cruz, 1998). En regiones tropicales y subtropicales, esta garrapata se encuentra durante todo el año en el perro (Keirans & Pound, 2003); sin embargo, en regiones con cuatro estaciones bien definidas como lo es Ciudad Juárez, son más abundantes en primavera y verano (Cruz *et*

al. 1998), comenzando a disminuir paulatinamente en otoño e invierno (Tinoco-García *et al.*, 2009). Además, está bien descrito que la *R. sanguineus* se encuentra con mayor frecuencia en áreas urbanas y suburbanas (Dantas-Torres *et al.*, 2010), como la zona del presente estudio. El hábitat urbano representa una mayor oportunidad para las garrapatas de transmitir enfermedades a perros, pequeños mamíferos y humanos (Beugnet & Chalvet-Monfray, 2013; Gonzales-Acuña *et al.*, 2003).

Los resultados de esta investigación concuerdan con lo descrito por otros autores en México: en diversos estudios las garrapatas colectadas de perros fueron identificadas como *R. sanguineus* en el 100 % de los casos. Entre estos estudios se encuentra el realizado por Cruz-Vázquez y García-Vázquez (1999) en Cuernavaca, Morelos donde muestrearon 349 perros; Tinoco-García (2009) colectó garrapatas de 94 perros en Mexicali, Baja California; Rubio *et al.* (2015) recolectaron 314 garrapatas de las ciudades de Los Mochis y Culiacán en Sinaloa. Todas estas investigaciones reportan que los perros presentaban exclusivamente garrapatas identificadas como *R. sanguineus*. Así mismo en México se ha relacionado la presencia de *R. sanguineus* con la transmisión de enfermedades a humanos, por ejemplo, la enfermedad de Lyme (*Borrelia burgdorferi*) en Nuevo León (Galaviz-Silva *et al.*, 2013) y un caso de *Ehrlichia canis* en Oaxaca (Silva *et al.*, 2014).

Respecto a la detección de *Otobius megnini*, es una garrapata de animales de granja, se asocia su presencia al hábitat del huésped, ya que, a pesar de ser un canino doméstico, su vivienda es una granja, localizada dentro de la zona urbana de Juárez, consideramos un hallazgo incidental, por la presencia común de este género de garrapata en los animales de producción dentro de todo el país (Keirans & Pound, 2003).

## CONCLUSIÓN

En los últimos años el clima de Ciudad Juárez y Nuevo Casas Grandes ha cambiado drásticamente, los veranos son cada vez más largos y los inviernos menos fuertes, lo que ha propiciado un clima apto para la reproducción de esta garrapata. Esto provoca un problema en la salud pública debido a las enfermedades que transmiten a las personas que habitan en el estado de Chihuahua. Además presenta un problema para la economía, debido a los costos que generan diagnosticar y tratar a las personas afectadas. Este estudio es el primero que se realiza en estos municipios, dando la pauta para futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

- Álvarez-Hernández, G., Candia-Plata, M., Bolado Martínez, E., Delgado de la Mora, J., Soto Guzmán, A., & López Soto, L. (2015, junio 1.º). Fiebre manchada por *Rickettsia rickettsii* en las Américas: un problema creciente de salud pública. *Rev Univ Ind Santander Salud*, 47(3), 243-259.
- Beugnet, F., & Chalvet-Monfray, K. (2013). Impact of climate change in the epidemiology of vector-borne diseases in domestic carnivores. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36, 559-566.
- Bowman, D. (2014). *Georgis' Parasitology for Veterinarians, 10th Edition*. Missouri: Elsevier.
- Cortés, J. A. (2010). Cambios en la distribución y abundancia de las garrapatas y su relación con el Calentamiento Global. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 57(1), 48-57.
- Dantas-Torres, F., Giannelli, A., Figueredo, L. A., Otranto, D. (2010, marzo 15). Effects of prolonged exposure to low temperature on eggs of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 171, 327-330.
- Galaviz-Silva, L., Pérez-Treviño, K., & Molina-Garza, Z. (2013, mayo 23). Distribution of ixodid ticks on dogs in Nuevo León, Mexico, and their association with *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Exp. Appl. Acarol.*, 61, 491-501.
- González-Acuña, D., Venzal, J., & Guglielmon, A. (2003). Primer registro de *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) en *Rattus Norvegicus* (mammalia: Rodentia) en Chile. *Gayana (Concepción)*, 67(1), 121-122.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010, junio 10). Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>.
- Keirans, J. E., Pound, J. M. (2003). An annotated bibliography of the spinose ear tick, *Otobius megnini* (Duges, 1883) (Acari: Ixodida: Argasidae) 1883- 2000. *Systematic & Applied Acarology Society*, 13, 1-68.
- Morales-Soto, M., Cruz-Vásquez, C. (1998, febrero 17). Fluctuaciones poblacionales de *Rhipicephalus sanguineus*, garrapata parásita de perros, en el valle de Cuernavaca, Morelos, México. Estudio preliminar. *Vet. Méx.*, 29(3), 299- 301.

- Pat-Nah, H., Rodríguez- Vivas, I. R., Bolio-Gonzales, E. M., Villegas-Pérez, L. S., Reyes-Novelo, E. (2015). Molecular Diagnosis of Ehrlichia canis in Dogs and Ticks Rhipicephalus sanguineus (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 52(1), 101-104.
- Pino de la Llave, L. (2006). Principales géneros de garrapatas identificados en perros del área urbana atendidos en consulta privada y su asociación con infecciones hemoparasitarias (Tesis para Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.
- Silva, A., Canseco, S., Gabriel de la Torre, M., Silva, M., Mayoral, M., Mayoral, L.... López, J., Pérez-Campos, E. (2014, enero 23). Infección humana asintomática por contacto con perros. Un caso de ehrlichiosis humana. *Gaceta Médica de México*, 150, 171-174.
- Taylor, M. A., Coop, R. L., Wall, R. L. (2013). *Veterinary Parasitology*, 3.º edition. Garsington, United Kingdom: Blackwell Publishing.
- Tinoco-Gracia, L., Quiroz-Romero, H., Quintero-Martínez, M. T., Rentería-Evangelista, T. B., González-Medina, A., Barreras-Serrano, Hori-Oshima, M., Moro, M. H., Vinasco, J. (2009, enero 10). Prevalence of Rhipicephalus sanguineus ticks on dogs in a region on the Mexico-USA border. *The Veterinary Record*, 164(2), 59-6.
- Yoder, A. J., Benoit, B. J., Rellinger, J. E., & Tank, L. J. (2006). Developmental profiles in tick water balance with a focus on the new Rocky Mountain spotted fever vector *Rhipicephalus sanguineus*. *Medical and Veterinary Entomology*, 20, 365-372.

## ANEXO

**Tabla 1.** Taxonomía de la garrapata

Clase:	Arachnida	Subclase:	Acari
Orden:	Parasitiformes	Suborden:	Ixodida
Superfamilia: Ixodoidea			
Familia:	Ixodidae	Argacidae	Nuttalliellidae
	<i>Ixodinae</i>	<i>Argasinae</i>	<i>Nuttalliellinae</i>
	<i>Amblyomminae</i>	<i>Ornithodorinae</i>	
	<i>Rhipicephalinae</i>		
	<i>Borriocrotoninae</i>		
	<i>Haemaphysalinae</i>		
	<i>Hyalomminae</i>		

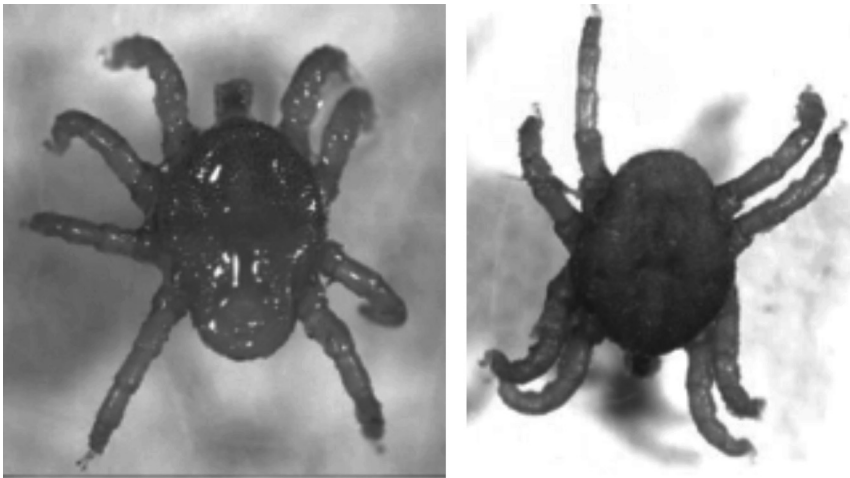
**Tabla 2.** Resultados

Lugar de recolección	Cantidad de perros	Hembra repleta	Hembra semi/repleta	Macho	Ninfa	Larva	Total
HVU	92	91	64	216	66	19	456
Antirrábico Ciudad Juárez	45	55	31	123	1	0	210
Clínicas	40	40	24	53	23	0	140
Recolectados en hogares	229	239	118	252	159	0	768
Antirrábico de Nuevo Casas Grandes	27	48	13	43	13	0	117
Total	433	473	250	687	262	19	1691

**Imagen 1.** *Rhipicephalus sanguineus* (A) Hembra, B) Macho)



**Imagen 2.** *Otobius megnini* larva







## DETECCIÓN MOLECULAR DE *EHRlichia CANIS* EN ÓRGANOS DE PERROS NATURALMENTE INFECTADOS

**Autor:** Orlando Sinue Cera Hurtado, estudiante de licenciatura.

**Coautores:** Angélica Olivares Muñoz, Ramón Rivera Barreno, Diana Marcela Beristáin Ruiz.

**Tutor:** Carlos Arturo Rodríguez Alarcón.

### RESUMEN

**A**ctualmente el diagnóstico de la erliquiosis monocítica canina (CME) representa un reto para los médicos veterinarios, por lo que el motivo de este estudio fue realizar el diagnóstico por ELISA y biología molecular utilizando perros que provenían del Centro Antirrábico de Ciudad Juárez, utilizados en las prácticas de las clases de Técnicas Quirúrgicas y Terapéuticas I y II, siendo el criterio de inclusión que presentarían garrapatas; a todos ellos se les realizó la prueba para consultorio de snap de ELISA 4 Dx (marca registrada) para el diagnóstico de *Ehrlichia spp.*; posteriormente los resultados positivos y negativos al snap se les tomó muestra de sangre periférica y biopsias de tejidos como bazo, hígado, médula ósea y nódulos linfáticos por medio de laparoscopia y cirugía abierta. Posteriormente, se realizó PCR de dichas muestras donde se vio que algunos pacientes dieron negativo al snap de consultorio, pero positivo al PCR en órganos.

Palabras clave: *Ehrlichia canis*, Diagnóstico, PCR, biopsia.

## INTRODUCCIÓN

La erliquiosis canina es una enfermedad causada por la bacteria gram negativa llamada *Ehrlichia canis*, la cual utiliza como vector a la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* del género *Ixodidae* (Bowman *et al.*, 2009). La *Ehrlichia canis* infecta las células mononucleares causando la ehrlichiosis monocítica canina y también afectando a caninos salvajes como lobos y zorros, y posiblemente a humanos, aunque esto no ha sido confirmado. Normalmente el área donde atacan estas enfermedades es en las zonas tropicales y subtropicales; sin embargo, también se han reportado casos en zonas geográficas de diferente tipo climático, de la cual se asocia que es al movimiento de animales infestados a las zonas donde no se encontraban estos artrópodos (Dagnone *et al.*, 2004).

El diagnóstico de esta enfermedad se basa en la observación de los signos clínicos y se puede confirmar con pruebas de laboratorio; una de las formas de identificar esta patología es por medio de citología, que consiste en la realización de un frotis sanguíneo buscando cuerpos de inclusión en las células infectadas, o por medio de una punción con aguja delgada (PAD) en nódulos linfáticos y bazo de perros infectados con la patología (Gal *et al.*, 2008).

También existe el método de diagnóstico en búsqueda de anticuerpos como Inmuno fluorescencia (IFA) o la prueba de Inmuno Ensayo Enzimático (ELISA) siendo la más usada para el médico veterinario el SNAP ELISA 4 DX de los laboratorios de IDEXX®, que detecta *Dirofilaria immitis*, *Ehrlichia ewingii*, *Ehrlichia canis*, *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma platys* y *Anaplasma phagocytophilum*. Los fabricantes informan que presentan un 100 % de sensibilidad y especificidad a la enfermedad (Lanza *et al.*, 2009).

No obstante, estas pruebas sanguíneas aparentemente presentan una alta especificidad y sensibilidad, pero solo detectan anticuerpos, lo que implica que el perro ha estado en contacto con el patógeno, más no que presente la enfermedad en ese momento; por consiguiente, el método más conveniente es el diagnóstico molecular, ya que detecta el ADN específico del microorganismo y así evitar falsos positivos por la lectura de anticuerpos que solo indican que ha estado en contacto con el patógeno. Las técnicas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son más sensibles para la determinación específica de la especie *Ehrlichia*, antes y después de su tratamiento y una vez entrando en las fases crónicas de estas enfermedades, es factible que la *rickettsia* se encuentre en órganos reservorios como en bazo, hígado, nódulos linfáticos y médula ósea sin que circulen por sangre periférica (Inokuma *et al.*, 2003).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue observar si las biopsias por laparoscopia y cirugía abierta de bazo e hígado, así como las biopsias transcutáneas de médula ósea y nódulos linfáticos fueron más eficientes para detectar el ADN de este patógeno que realizando el estudio en sangre periférica.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Detectar el ADN de la *rickettsia* por medio de PCR en órganos para el diagnóstico de la erliquiosis en perros naturalmente infectados

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Comparar la sensibilidad y especificidad de la prueba del snap de ELISA con la utilización de PCR de biopsias de órganos.
- Comprobar que el ADN de la *rickettsia* se encuentra en tejidos de los diversos órganos que en sangre de los mismos para las pruebas de PCR.

## **JUSTIFICACIÓN**

Demostrar que el análisis de detección molecular en biopsias de bazo, hígado, nódulo linfático, médula ósea y en sangre es más efectivo para el diagnóstico de CME que usando el SNAP ELISA 4Dx en perros naturalmente infectados.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio se llevó a cabo en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la toma de muestras por medio de laparoscopia y cirugía abierta se realizó en la Unidad de Cirugía Experimental (UCE). Las muestras que se emplearon para la investigación fueron de los perros de las prácticas de las materias de Técnicas y Terapéuticas Quirúrgicas Veterinarias I y II del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la misma universidad, una vez tomadas las muestras se realizó la eutanasia de los perros mediante el protocolo establecido para la UCE. En este estudio se emplearon un total de 39 perros con presencia e historia de garrapatas.

Los análisis de PCR se corrieron en el Laboratorio de Babesia del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Jiutepec, Morelos y en el Laboratorio de Patología Clínica y Biología Molecular de la UACJ.

El periodo de estudio abarcó de noviembre 2014 a noviembre 2015 para la toma y realización de las muestras con la autorización previa del Comité de Bioética del Instituto de Ciencias Biomédicas.

Posterior a la realización del procedimiento establecido en la práctica de los alumnos de Técnicas Quirúrgicas Veterinarias con los perros aún anestesiados, se procedió a la obtención de las muestras.

A los 39 perros se les realizó la prueba de ELISA comercial para consultorio (SNAP 4 Dx Plus Test®, Laboratorios IDEXX, Westbrook, Maine). A los perros positivos y negativos a la prueba se les tomaron muestras sanguíneas y biopsias de bazo, hígado, nódulo linfático, y punción de médula ósea para realizarles PCR. Se dividieron en dos grupos:

- Grupo A: Perros de los que se obtuvieron muestras por medio de cirugía abierta con la técnica de fractura por sutura (Howe *et al.*, 2015). A los cuales se les realizaron biopsias de hígado y bazo de aproximadamente 20 mg.
- Grupo B: Perros a los que mediante laparoscopia se tomaron biopsias de hígado y bazo con una aguja para biopsia tipo Tru-Cut (Laboratorios Jorvet) de 14g x 15 cm. (Radhakrishnan and Mayhew, 2013) de 20 mg.

Ambos grupos se les tomó biopsia de nódulo linfático con la aguja tipo Tru-Cut y biopsia de médula ósea con una aguja de Rosenthal (laboratorios Jorvet) de 18 g x una pulgada.

## **MANEJO DEL PACIENTE DURANTE LA TOMA DE LAS MUESTRAS**

Durante la intervención, los perros se mantuvieron canalizados con una vía intravenosa en las venas cefálica, con solución salina fisiológica (0.9 % NaCl) a dosis de mantenimiento. El tiempo de duración de la toma de muestras fue en un lapso de 20 minutos aproximadamente.

A los pacientes de ambos grupos se les extrajo 5 mL de sangre venosa en un tubo con EDTA para realizar frotis sanguíneo y prueba de PCR.

En el caso de la obtención de muestras de cavidad abdominal, en el primer grupo se les realizó una incisión de 10 cm de longitud, incidiendo piel y músculos abdominales por línea media, posteriormente se localizaron los órganos y se tomaron 20 mg aproximadamente de tejido de hígado y bazo.

Las muestras de nódulos linfáticos se tomaron de los preescapulares, haciendo una incisión transcutánea con una hoja de bisturí de 0.5 cm aproximadamente, y se procedió a utilizar la aguja de Tru-Cut para obtener la biopsia. Posteriormente, se almacenó la muestra en un micro tubo de 2 ml. Las muestras de médula ósea fueron por punción transcutánea con aguja de Rosenthal en el área del tubérculo mayor del húmero y se almacenó en un microtubo de manera inmediata. Los tejidos obtenidos se les practicaron la prueba de PCR.

Para el segundo grupo que fue por laparoscopia, se introdujo el telescopio caudal a la cicatriz umbilical (10 mm para perros mayores de 20 kg y 5 mm perros menores de 10 kg) por medio de un trocar adecuado para pasarlo. Posteriormente se insufló a una presión de 10 mmHg con CO<sub>2</sub> para visualizar la cavidad abdominal. Una vez localizado el bazo y el hígado, se realizó la toma de biopsia con una aguja para biopsia tipo tru-cut por punción percutánea, obteniendo aproximadamente 20 mg de tejido.

Se revisó que no hubiera hemorragia, en los casos que, si persistió el sangrado, se succionó la sangre y si después de 3 minutos no ocurría la coagulación, se aplicó electrofulguración. Después de que se logró la hemostasia, se retiró el trocar del telescopio y se realizó un punto en X abarcando todas las capas con material monofilamentoso.

Las biopsias de cada órgano se conservaron en congelación inmediata a -20 °C para la posterior extracción del ADN y se realizó la prueba de PCR (Faria *et al.*, 2010).

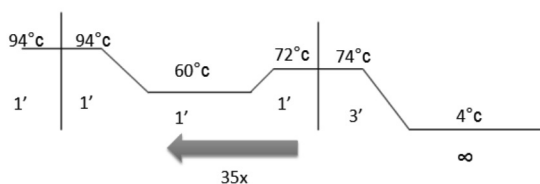
## **EXTRACCIÓN DE ADN Y PROTOCOLO DE PCR**

Las biopsias de los órganos y sangre fueron trabajadas con el kit de uso comercial Ultra CleanBlood DNA (Laboratorios MoBio, Lebanon) de acuerdo al protocolo que indica el fabricante. En el caso de la extracción de ADN en las biopsias, se modificó el protocolo agregando de manera inicial 200 µl de Buffer Fosfato Salino (PBS) y se maceraron con el uso de un pistilo hasta mezclar perfectamente. Posteriormente se siguió con el protocolo establecido por el fabricante. La prueba de PCR se realizó con la enzima Polimerasa GoTaq Green Master Mix, 2X (PROMEGA Corporation), con un volumen final de 25 µl en un termociclador comercial (BIO RAD Icyler) de la siguiente manera: 12.5 µl master mix,

agua libre de nucleasas 5.5 mcl, cebadores 2 mcl y ADN de la muestra 5 µL, obteniendo un volumen final de 25 µL.

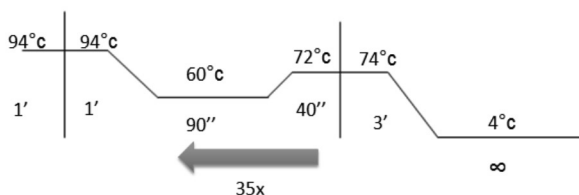
En este trabajo todos los iniciadores utilizados para la técnica de PCR fueron mandados a sintetizar de manera comercial (invitrogen). La parte del gene 16S de RNA de *Ehrlichia spp.* se amplificó con los 156 moldes de ADN extraídos del tejido y 39 de sangre a partir del paquete celular aglomerados, con los indicadores de ECC sentido (5'-AGAAC-GAACGCTGGCGGCAAGCC-3') y ECB antisentido (3'- CGTATTACCGCGGCTGCTGGC-5') bajo el protocolo de 94° desnaturalización inicial 1 minuto, 94 °C 1 minuto, 60 °C 1 minuto, 72 °C 3 minutos, con 35 ciclos de repetición.

**Imagen 1.-** se muestra el diagrama del primer ciclado del protocolo del PCR



La PCR semi anidada incluyo el uso de iniciadores específicos de HE sentido (5'-TATAG-GTACCGTCATTATCTTCCCTAT-3') y ECA (3'- CAATTATTTATAGCCTCTGGCTATAGGAA-5') para *Ehrlichia canis* bajo el protocolo: 94 °C 1 min, 60 °C 1 minuto, 30 segundos, 72 °C, 40 segundos 72 °C; 3 minutos con 35 repeticiones (Wen *et al.*, 1997).

**Imagen 2.** Se muestra el diagrama del ciclado de la PCR semi anidada



## RESULTADOS

En los resultados del SNAP ELISA 4Dx salieron el 33.33 % de la población negativa, el 38.46 % salió positiva a *Ehrlichia spp.*, el 20.51 % dio un resultado positivo a *Ehrlichia spp.*, y *Anaplasma spp.*, el 5.12 % dio un resultado positivo a *Ehrlichia spp.*, *Anaplasma spp.* y *Dirofilaria immitis* y el 2.5 % dio como resultado estar expuesto a anaplasmosis

**Tabla 1.** Cantidades exactas de los resultados del SNAP comercial

Enfermedades	Cantidad de positivos al patógeno
Negativo	13
<i>Ehrlichia spp.</i>	15
<i>Ehrlichia spp.</i> / <i>Anaplasma spp.</i>	8
<i>Ehrlichia spp.</i> / <i>Anaplasma spp.</i> / <i>Dirofilaria immitis</i>	2
<i>Anaplasma spp.</i>	1

## RESULTADOS DEL PCR EN ÓRGANOS

En total se analizaron 195 de las cuales 156 fueron de órganos, siendo 39 de bazo, 39 de hígado, 39 de médula ósea y 39 de nódulo y finalmente, 39 fueron de sangre,

**Tabla 2.** En esta tabla se muestran los resultados del PCR que se realizó en los órganos

	POSITIVOS a <i>Ehrlichia canis</i>	NEGATIVOS
PCR Sangre	24	15
PCR Bazo	23	16
PCR Hígado	19	20
PCR Médula ósea	18	21
PCR Nódulo	4	35

El PCR realizado a sangre dio como resultado positivo a 61.53 % (24/39) de la población, y en los órganos fueron positivas con un 58.9 % (23/39) a bazo seguido del hígado

con 48.71 % (19/39), y la médula ósea con 46 % (18/39) y el órgano que dio menos positivos fue el nódulo con un 10.25 % (4/39), en todos estos PCR positivos se amplificó la secuencia 16S rRNA.

## DISCUSIÓN Y APORTACIONES

El diagnóstico acertado de la enfermedad resulta ser un reto para el médico veterinario, y esto se debe a que las pruebas diagnósticas presentan diferentes inconvenientes, por ejemplo, en el consultorio clínico la prueba más utilizada es la prueba de ELISA SNAP 4Dx Idexx®, la cual solo detecta anticuerpos mas no el patógeno, por lo que significa que el paciente estuvo en contacto con la *rickettsia*, mas no confirma la enfermedad. Y si se utiliza el PCR, nos confirma la presencia del patógeno tanto en etapas agudas de la enfermedad como en los falsos positivos que salen en las pruebas serológicas, ya que en casos crónicos es posible que no exista la *rickettsia* en sangre debido a que estos organismos pueden estar alojados en órganos blanco como el hígado, bazo, nódulo linfático y médula ósea lo que puede producir diagnósticos erróneos (Mylonakis *et al.*, 2004; Gal *et al.*, 2007). Además, se ha demostrado que la presencia de ADN de *Ehrlichia canis* en perros infectados no ocurre exclusivamente en sangre, también se puede aislar en médula ósea, bazo, hígado, riñón y nódulos linfáticos (Mylonakis *et al.*, 2011). Lo anterior explicaría la presencia de resultados negativos en las pruebas de ELISA SNAP 4Dx Idexx® y PCR de sangre, pero amplificados positivos en el gel de agarosa de muestras de biopsias de perros infectados de manera natural con los patógenos, a lo que se llega a la conclusión de que las biopsias de hígado, bazo, nódulos linfáticos y médula ósea son útiles para el diagnóstico de la erliquiosis y anaplasmosis en perros naturalmente infectados.

## REFERENCIAS

- Adrianzén G., J., Chávez V., A., Casas A., E. and Li E., O. (2013). Seroprevalencia de la dirofilariosis y ehrlichiosis canina en tres distritos de lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 14(1).
- Barlough, J. E., Madigan, J. E., Turoff, D. R. 1997. An *Ehrlichia* strain from a llama (*Lama glama*) and llama-associated ticks (*Ixodes pacificus*). *Journal of Clinical Microbiology*, 35: 1005-1007.



- Bowman, D., Little, S. E., Lorentzen, L. 2009. Prevalence and geographic distribution of *Dirofilaria immitis*, *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis*, and *Anaplasma phagocytophilum* in dogs in the United States: results of a national clinic-based serologic survey. *Veterinary Parasitology*, 160: 138-148.
- Cohn, L. (2003). Ehrlichiosis and related infections. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 33(4): 863-884.
- Dagnone, A., Morais, H. and Vidotto, O. (2004). Erliquiose nos animais e no homem. *Sem. Ci. Agr.*, 22(2): 191.
- Dumler, J., Barbet, A., Bekker, C., Dasch, G., Palmer, G., Ray, S., Rikihisa, Y. & Rurangirwa, F. (2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combinations and designation of Ehrlichia equi and 'HGE agent' as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophila. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(6): 2145-2165.
- Faria, J., Dagnone, A., Munhoz, T., João, C., Pereira, W., Machado, R. and Tinucci-Costa, M. (2010). Ehrlichia canis morulae and DNA detection in whole blood and spleen aspiration samples. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 19(02): 98-102.
- Gal, A., Loeb, E., Yisaschar-Mekuzas, Y. & Baneth, G. (2008). Detection of *Ehrlichia canis* by PCR in different tissues obtained during necropsy from dogs surveyed for naturally occurring canine monocytic ehrlichiosis. *The Veterinary Journal*, 175(2): 212-217.
- Gaunt, S., Beall, M., Stillman, B., Lorentzen, L., Diniz, P., Chandrashekar, R. & Breitschwerdt, E. (2010). Experimental infection and co-infection of dogs with Anaplasma platys and Ehrlichia canis: hematologic, serologic and molecular findings. *Parasites Vectors*, 3(1): 33.
- Harrus, S., Kass, P., Klement, E. & Waner, T. (1997). Canine monocytic ehrlichiosis: a retrospective study of 100 cases, and an epidemiological investigation of prognostic indicators for the disease. *Veterinary Record*, 141(14): 360-363.
- Harrus, S., Kenny, M., Miara, L., Aizenberg, I., Waner, T. & Shaw, S. (2004). Comparison of Simultaneous Splenic Sample PCR with Blood Sample PCR for Diagnosis and Treatment of Experimental Ehrlichia canis Infection. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 48(11): 4488-4490.
- Harrus, S., Waner, T., Avidar, Y., Bogin, E., Peh, H. & Bark, H. (1996). Serum protein alterations in canine ehrlichiosis. *Veterinary Parasitology*, 66(3-4): 241-249.

- Hoyos, S., Li E., O., Alvarado S., A., Suárez A., F. & Díaz C., D. (2012). Evaluación del examen hematológico en el diagnóstico de ehrlichiosis canina. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 18(2).
- Inokuma, H., Beppu, T., Okuda, M., Shimada, Y. & Sakata, Y. (2003). Epidemiological survey of *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* using ticks collected from dogs in Japan. *Veterinary Parasitology*, 115(4): 343-348.
- Iqbal, Z. and Rikihisa, Y. (1994). Application of the polymerase chain reaction for the detection of *Ehrlichia canis* in tissues of dogs. *Veterinary Microbiology*, 42(4): 281-287.
- Jongejan, F. and Uilenberg, G. (2005). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(07): 53.
- Maazi, N., Malmasi, A., Shayan, P., Nassiri, S., Salehi, T. & Fard, M. (2014). Molecular and serological detection of *Ehrlichia canis* in naturally exposed dogs in Iran: an analysis on associated risk factors. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(1): 16-22.
- Mylonakis, M., Koutinas, A., Breitschwerdt, E., Hegarty, B., Billinis, C., Leontides, L. & Kontos, V. (2004). Chronic Canine Ehrlichiosis (*Ehrlichia canis*): A Retrospective Study of 19 Natural Cases. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 40(3): 174-184.
- Radhakrishnan, A. & Mayhew, P. (2013). Laparoscopic Splenic Biopsy in Dogs and Cats: 15 Cases (2006–2008). *Journal of the American Animal Hospital Association*, 49(1): 41-45.
- René-Martellet, M., Lebert, I., Chêne, J., Massot, R., Leon, M., Leal, A., Badavelli, S., Chalvet-Monfray, K., Ducrot, C., Abrial, D., Chabanne, L. & Halos, L. (2015). Diagnosis and incidence risk of clinical canine monocytic ehrlichiosis under field conditions in Southern Europe. *Parasites & Vectors*, 8(1): 3.
- Waner, T., Rosner, M., Harrus, S., Naveh, A., Zass, R. & Keysary, A. (1996). Detection of ehrlichial antigen in plasma of beagle dogs with experimental acute *Ehrlichia canis* infection. *Veterinary Parasitology*, 63(3-4): 331-335.
- Lanza, P. M., Kumthekar, S. M., Sabarinath, A., Karpathy, S. E., Sharma, R. N., Stone, D. M. 2012. Doxycycline treatment of asymptomatic dogs seropositive for *Ehrlichia canis*. *West Indian Veterinary Journal*, 9(2).
- Wen, B., Rikihisa, Y., Mott, J. M., Greene, R., Kim, H. Y., Zhi, N., Couto, G. C., Unver, A., Bartasch, R. (1997). Comparison of nested PCR with immunofluorescent antibody assay for detection of *Ehrlichia canis* infection on dogs treated with doxycycline. *Journal of Clinical Microbiology*, 35: 1852-1855.

**ÁREA 7**

**INGENIERÍA**



**Área:** Ingeniería

**Nombre del docente:** Dr. Noé Alba Baena

Departamento: Ingeniería Industrial y Manufactura

**Instituto:** Instituto de Ingeniería y Tecnología

## MENSAJE

El privilegio de participar en el 4.º EJECH me llevó a ser testigo del gran crecimiento y desarrollo de la investigación de los jóvenes investigadores en el estado de Chihuahua. Ha sido una experiencia inolvidable y llena de alegría que refleja el mayor valor con que cuenta el mundo, el optimismo y visión de futuro de los jóvenes. Donde el brillo de sus aportaciones nos augura más que un futuro mejor, nos muestran lo grandioso y asombroso que será.

Los invito a seguir en este camino de la investigación, a ir al mundo y descubrirlo. No olviden que: "El mayor riesgo que corre un investigador es el de perder su propia ignorancia".



# SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE ZEOLITA ZSM-5 [GA] POR MÉTODO SOL-GEL PARA SU POSIBLE APLICACIÓN EN REGENERACIÓN ÓSEA

**Datos del autor:** José Martín Gutiérrez Viezcas. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (IIT), Ciudad Juárez, México.

**Coautores:** Amanda Carrillo Castillo, María de Jesús Pérez López, Francisco Servando Aguirre Tostado

**Tutora:** María de la Luz Mota González

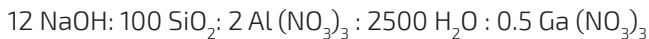
## RESUMEN

Las zeolitas son un aluminosilicato con estructura cristalina, con propiedades adsorbentes y además bioactiva. La zeolita ZSM-5 tiene bajo contenido de aluminio, homogénea y de estructura microporosa. En este trabajo se presenta la síntesis de la zeolita ZSM-5 usando el método sol-gel y aplicando tratamiento térmico asistido por microondas. Se modificó con galio variando la concentración del nitrato de aluminio ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ) fuente de aluminio y  $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$  fuente de galio. De esta manera reduciendo la cantidad de aluminio y agregar nuevas propiedades como biocompatible, antiinflamatorio y antitumoral. Una vez obtenido el material se limpió y filtró para realizarle pruebas de caracterización como difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (SEM), análisis termogravimétrico (TGA), espectroscopía por transformada de fourier (FTIR) y espectroscopía de energía dispersa (EDS). Por último, se realizaron pruebas en fluido fisiológico simulado (FFS) para determinar el crecimiento de calcio y fósforo por 7 y 14 días.

# INTRODUCCIÓN

La hidroxiapatita (HA) es biocerámico con la capacidad de unirse químicamente con el tejido óseo haciéndolo bioactivo. Debido a su similitud ha permitido que se utilice en tratamientos médicos en especial en el área maxilofacial. Entre algunas de sus propiedades se incluyen cristalinidad, pureza, densidad, morfología, porosidad y microestructura para darle uso en aplicaciones biomédicas. Existen diversos tipos de HA comercial así como pruebas para sintetizarla, sin embargo, implican altas temperaturas por encima de los 600 °C. Las zeolitas, en cambio, son aluminosilicatos microporosos que se encuentran de manera abundante en la naturaleza, existen aproximadamente 40 de tipo natural y el resto son sintéticas. Las zeolitas tienen aparición cerca de las zonas volcánicas activas o extintas, de ahí su nombre proveniente del griego que significa "zeo" hervir y "lithos" que significa piedra.

Tienen como fórmula general:



Este mineral contiene aluminosilicatos hidratados y cationes alcalinos en una estructura cristalina tridimensional de tetraedros de silicio-aluminio (Si, Al)O<sub>4</sub> y están unidos a través de átomos de oxígeno. Esta estructura presenta características de poder ganar y perder agua reversiblemente, asimismo poder adsorber moléculas de determinado tamaño, además de poder intercambiar sus constituyentes catiónicos (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) sin que este sufra cambios en su estructura dándole así propiedades de intercambio iónico. [1]

Referente a la zeolita ZSM-5 (Zeolite Socony Mobil 5), quien fue la empresa que aportó el financiamiento para su síntesis, logró la obtención de este tipo de zeolita con bajo contenido de aluminio, además de interesantes propiedades en su superficie como elevada homogeneidad de su estructura microporosa y ser de carácter organofílico. [2][3]

En cuanto al galio un elemento químico que pertenece al grupo IIIA del sistema periódico, de símbolo Ga, número atómico 31 y de peso atómico 69.72. En su estado natural el Ga tiene dureza, la fragilidad y lustre azulado similar al zinc. El galio actualmente se comenzó a utilizar y se encuentra bajo estudio para aplicaciones en la remodelación de tejido óseo, tratamiento de tumores (reduciendo el tamaño de estos) y para reducción de la inflamación e infecciones por sus propiedades antiinflamatorias e inmunosupresoras. [5]



Métodos anteriores han sintetizado zeolitas variando las condiciones de reacción como lo son altas temperaturas y prolongados tiempo de secado. En cambio el método por el cual se sintetizó nuestro material es un proceso llamado Sol-Gel.

El proceso sol-gel es un método de síntesis en el cual se parte de sales inorgánicas o alcóxidos metálicos donde se obtiene un esqueleto del material de interés mediante reacciones de hidrólisis y polimerización a bajas temperaturas, es decir, la elaboración de materiales cerámicos, geles o vidrios a partir de la preparación de un sol. Brindando mejoras en el tratamiento térmico se implementó el uso de un microondas convencional casero. Grupos de investigadores han hecho uso del microondas para asistir procesos de síntesis en el área de la farmacéutica y química orgánica acelerando tratamientos térmicos y procesos de secado además de ofrecer beneficios como el ahorro energético, tiempos cortos de procesado, mayor rendimiento, así como beneficios para el medio ambiente.

Por otro lado, la realización de pruebas biológicas pueden ser *in vivo*, *ex vivo* e *in vitro*. Pruebas in vitro pueden ser llevadas a cabo con el fluido fisiológico simulado (FFS) o "simulated body fluid" (SBF). En este sentido, el fluido fisiológico simulado del cuerpo humano es una solución que contiene concentraciones de iones análogas a las del plasma sanguíneo humano, su formulación ha sido reportada y optimizada por Kokubo *et al.*, la cual se emplea como medio de cultivo para la conservación celular, por lo que permite predecir la bioactividad de un material. [9]

## **DESARROLLO: JUSTIFICACIÓN, METODOLOGÍA, RESULTADOS**

### **JUSTIFICACIÓN**

A lo largo de las últimas décadas, se ha buscado desarrollar materiales para las diferentes áreas del conocimiento aumentando sus propiedades y beneficios específicamente para la industria médica. El estilo de vida ha cambiado y las enfermedades van en aumento, tal es el caso de la osteoporosis una enfermedad que provoca descalcificación ósea provocando debilidad en los huesos y siendo estos más propensos a fracturas. Según la Fundación Internacional de Osteoporosis, una de cada tres mujeres y uno de cada cinco hombres mayores de cincuenta años sufrirá una fractura por osteoporosis

en lo que les quede de vida. Por lo tanto, se requiere el desarrollo de nuevos materiales para brindar tratamientos alternativos a esta enfermedad. Debido a esto se ha estimulado un gran interés en la búsqueda y desarrollo de materiales alternativos capaces de regenerar, sustituir y/o promover la formación del hueso. Por ello en esta investigación se propone la síntesis de la zeolita ZSM-5 baja en aluminio, por su red cristalina que incluye cavidades que pueden ser ocupadas por iones además de permitir el intercambio iónico sin sufrir cambios en su estructura. Es también organofílico y bioactiva ayudando a proliferar la capa de hidroxiapatita de manera natural. Al modificar la estructura de la zeolita ZSM-5 con sustitución de iones galio mejoramos sus características dándole propiedades antitumorales, antiinflamatorias e inmunosupresoras, además de que el galio no tiene efectos tóxicos en los osteoclastos suprimiendo la osteólisis.

## **METODOLOGÍA**

Usando el método sol-gel para la síntesis del hidrogel se realizaron los cálculos correspondientes según la receta de la zeolita ZSM-5 antes mencionada siguiéndolas y variando las concentraciones molares de aluminio-galio.

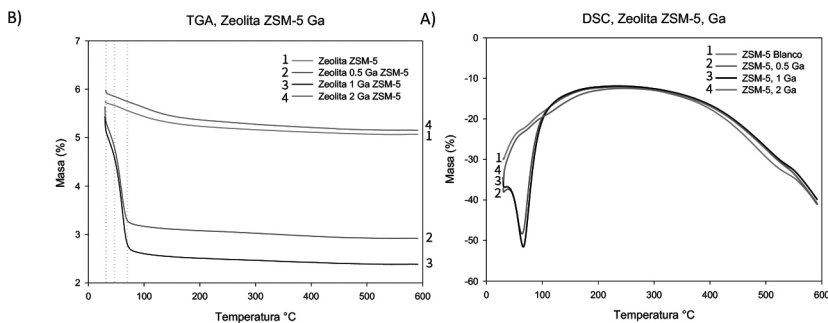
En un vaso de precipitados con un agitador magnético en el fondo y una parrilla de agitación magnética se colocó hidróxido de sodio (NaOH Fermont, 98.9 %), nitrato de aluminio ( $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , CTR Scientific), agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el nitrato de aluminio ( $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ , Aldrich Chemistry, 99.9 %) esperando la disolución de cada uno de ellos antes de depositar el siguiente. El tetraetilortosilicato (TEOS,  $\text{C}_8\text{H}_{20}\text{O}_4\text{Si}$ , Aldrich Chemistry) nuestra fuente de silicio fue puesta en goteo para dos horas. Se agitó a 400 rpm y se dejó tapado con parafilm durante 24 horas.

Al término de las 24 horas se elimina la agitación, se retira el agitador magnético y se da la segunda fase, un tratamiento térmico. Este tratamiento térmico es con ayuda de un microondas convencional durante un lapso de 10 minutos así acelerando el proceso de secado en comparación con los métodos convencionales.

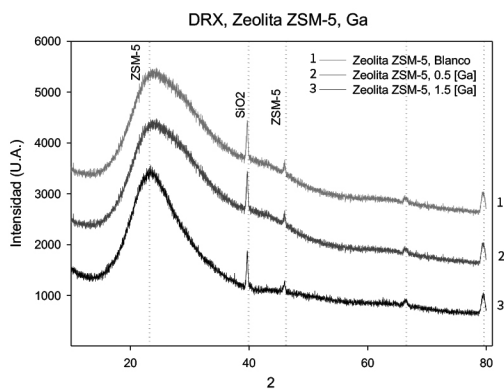
La muestra seca fue disuelta en un vaso de precipitados con una solución de ácido clorhídrico (HCl, Fermont 37.6 %) al 5 % aforando con un total de 50 ml, de los cuales 35 ml son de HCl y 15 ml de agua desionizada calentada a 60 °C. Fue agitada durante 5 minutos para después permanecer en reposo y así sedimentar la muestra. Fue seguido de un segundo lavado bajo las mismas condiciones y repitiéndose para cada una de las muestras.

# RESULTADOS

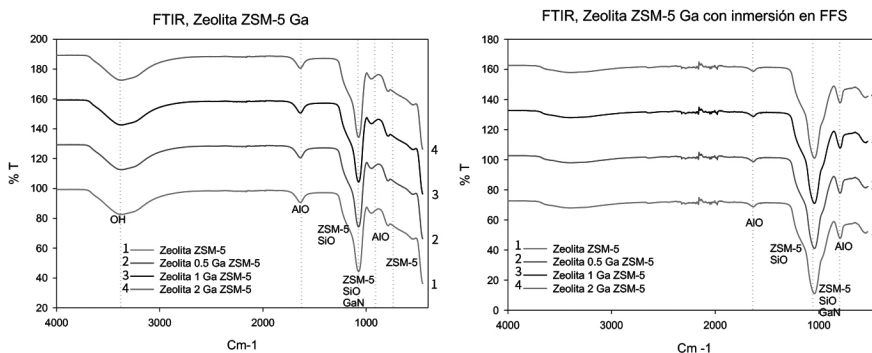
**Figura 1.** Muestra A) Análisis termogravimétrico (TGA). B) Calorimetría diferencial de barrido (DSC).



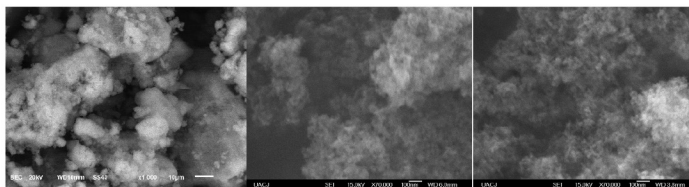
**Figura 2.** "Difractograma de las zeolitas ZSM-5 sintetizadas".



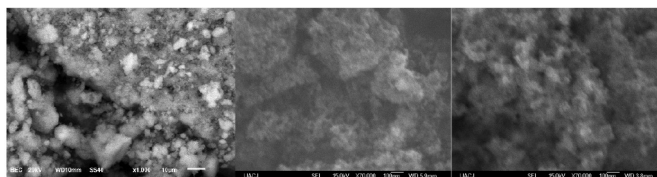
**Figura 3.** "Espectro FTIR de la zeolita ZSM-5, sin FFS y en el FFS".



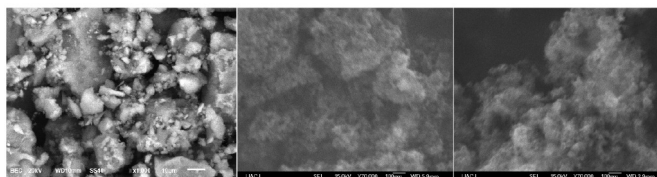
**Figura 4.** Imagen de SEM: Zeolita ZSM-5, muestra blanco: A) Sin FFS, 1000x. B) Blanco a los 7 días de inmersión en FFS. C) Blanco a los 14 días de inmersión en FFS.



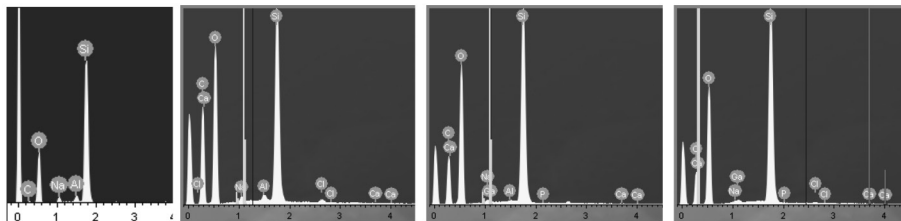
**Figura 5.** Imagen de SEM: Zeolita ZSM-5, concentración 0.5 Ga: A) Sin FFS, 1000x. B) Blanco a los 7 días de inmersión en FFS. C) Blanco a los 14 días de inmersión en FFS.



**Figura 6.** Imagen de SEM: Zeolita ZSM-5, concentración 1.5 Ga: A) Sin FFS, 1000x. B) Blanco a los 7 días de inmersión en FFS. C) Blanco a los 14 días de inmersión en FFS.



**Figura 7.** "Zeolita ZSM-5 Ga a los 14 días de inmersión en FFS. A) Blanco sin FFS B) Muestra blanco en FFS. C) Muestra concentración 0.5 Ga. D) Muestra concentración 1.5 Ga."



## CONCLUSIONES (DISCUSIÓN Y APORTACIONES)

### CARACTERIZACIÓN POR TGA Y DSC

Las muestras del material obtenido fueron sometidas a un programa controlado de temperatura. Al inicio el material sufre una pérdida de masa al inicio del tratamiento térmico, lo cual es característico de proceso de secado o desorción debido a la presencia de humedad. En todas las muestras se aprecia una descomposición homogénea, lo cual significa que no existen pérdidas de masa por compuestos separados. En el caso de que llegaran a existir pérdidas de diferentes compuestos la descomposición sería por etapas, lo cual traería consigo efectos negativos en la formación del material zeolítico. En las muestras de la figura 2 inciso A, comienzan a sufrir cambios a partir de los 32 °C y se mantienen en una reestructuración hasta el final de la prueba. Por otra parte, las muestras de concentración 1 y 2 Ga sufren una pérdida de masa a partir de los 65 °C.

### CARACTERIZACIÓN POR DRX

En la figura 3 se muestran los difractogramas de la zeolita ZSM-5 a las diferentes concentraciones. Mediante el análisis de los Índices de Miller se determina la fase cristalina correspondiente a la composición del material. Así de esta manera cada una de las muestras con sus respectivos planos cristalográficos x, y, z. En color rojo se aprecia la gráfica de la muestra blanco en donde se logran identificar regiones correspondientes al óxido de silicio y óxido de aluminio. Los planos correspondientes a la ZSM-5 son en 2

25°, 31° y 45°. Para el ángulo correspondiente a los 25° de la fase cristalina presente en las gráficas de color azul y negro, ambas de diferentes concentraciones de Ga demuestran un corrimiento hacia la derecha en comparación a la muestra blanco lo cual pudo ser ocasionado a la presencia del Ga en su estructura. Para el caso de DRX se comprobó que se obtuvieron materiales con alto contenido de silicio, cristalinos con fases de la zeolita ZSM-5 y la formación de un aluminosilicato.

## CARACTERIZACIÓN POR FTIR

El análisis por espectroscopia infrarroja (FTIR) permite determinar la presencia de los elementos principales de los cuales se componen. Este determina la huella digital del material además en caso de que un análisis por DRX llegará a dejar inconcluso la formación de la zeolita, por medio de FTIR puede determinarlo. La literatura reporta para la zeolita ZSM-5 las bandas de absorción más importantes se encuentran entre  $550\text{ cm}^{-1}$  y  $1200\text{ cm}^{-1}$ .

Se puede observar las diferentes bandas de absorción en cada una de las muestras correspondientes a las características de la zeolita ZSM-5, por lo que se comprueba por medio de FTIR la formación de esta. Las bandas de absorción más notorios son los correspondientes al silicio y al aluminio sobre todo las que figuran a  $541\text{ cm}^{-1}$  y  $456\text{ cm}^{-1}$  son específicamente las bandas características de la zeolita ZSM-5. Por otra parte para el  $\text{Ga}_2$  las bandas de absorción que le corresponden a  $1002\text{ cm}^{-1}$  y para el nitrato de Ga  $561\text{ cm}^{-1}$ ,  $609\text{ cm}^{-1}$  y  $1101\text{ cm}^{-1}$ .

## CARACTERIZACIÓN POR SEM Y EDS

En las micrografías obtenidas de la zeolita ZSM-5 se puede apreciar aglomerados irregulares con distintas formas y tamaños, con un promedio de  $10\text{ }\mu\text{m}$ . Las aglomeraciones cristalinas presentan forma irregular de manera amorfa. Se puede observar en cada una de las muestras la porosidad que permanece igual en cada una de las muestras a diferente concentración. Al aumentar de  $1000\times$  hasta  $100\,000\times$  se puede apreciar que el material efectivamente es poroso en su totalidad, de apariencia rugosa y de gran área superficial además de mantener homogeneidad. Por otra parte las pruebas de EDS demuestran que el material zeolítico obtenido son de alto sílice debido a sus espectros elevados en silicio. Además de confirmar los elementos que componen las distintas zeolitas debido a la presencia de los espectros de cada uno de ellos. En la figura 6 inciso

A y B, se trata de la muestra blanco en la cual se puede observar la presencia y ausencia del Ga. En cambio en las imágenes C y D, se trata de zeolita ZSM-5 con Ga inmersa en FFS donde resaltan la presencia y formación de fases mineralógicas de Ca y P en ambas muestras es mínima la formación.

## CONCLUSIONES Y APORTACIONES

La síntesis de la zeolita ZSM-5 modificada con Ga se logró obtener mediante el proceso sol-gel asistido por microondas debido a que provee una rápida nucleación del material y comprobado con diversas técnicas de caracterización y comparados con la literatura reportada.

Al iniciar pruebas en FFS simulado se aparece una fase mineralógica correspondiente a Ca y P, sin embargo, está en muy baja concentración. Se pretende modificar aumentando la cantidad de material zeolítico así como también la cantidad en mililitros del FFS y duración de la inmersión para determinar y lograr mejores resultados en el desarrollo de esta fase.

Para poder darle una aplicación final a la zeolita ZSM-5 Ga es necesario realizar pruebas biológicas, no solo en FFS si no también pruebas en células y pruebas *in vivo*. Con la finalidad de determinar si se trata de un material biocompatible y no citotóxico, además de determinar si al ser modificado con Ga presenta las propiedades de mejora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Montalvo, S. (2012). Aplicación de las zeolitas naturales al tratamiento biológico de residuos. En *Congreso Latinoamericano de Prevención de Riesgos y Medio Ambiente* (vol. 7).
- [2] Albella, J. M. (1993). *Introducción a la ciencia de materiales: técnicas de preparación y caracterización*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- [3] Segovia, A. D. (1996). *Desactivación de la zeolita ZSM-5 en la conversión de mezclas acetona/n-butanol en hidrocarburos [Microforma]* (Núm. 44). Univ de Castilla La Mancha.
- [4] Rabinovich, D., & Korswagen, R. (2013). El galio, ese desconocido. *Revista de Química*, 2(2), 151-156.

- [5] Verron, E., Bouler, J. M., & Scimeca, J. C. (2012). Gallium as a potential candidate for treatment of osteoporosis. *Drug discovery today*, 17(19), 1127-1132.
- [6] Rojas, M. L. (2012). Diseño y síntesis de materiales "a medida" mediante el método sol-gel. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*.
- [7] Reyes-Gómez, J., (1998). Aplicación de la técnica sol-gel, tesis de posgrado. Universidad de Colima: UCOL.
- [8] Gonjal, J. P., & Morán, E. (2011, abril). Síntesis asistida por microondas de sólidos inorgánicos. In *Anales de Química* (vol. 107, núm. 2).
- [9] De Souza, M. G., De Gil, Y. F., Ramírez, A. L., Prin, J. L., Guzmán, P. J., Otero, B., & de Gáscue, B. R. (2014). Hidrogeles de Poli (Acrilamida): evaluación de su comportamiento en fluido fisiológico simulado (SBF). *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 15(4), 198-210.



# DEPÓSITO Y ESTUDIO DE PELÍCULAS DELGADAS DE $\text{Bi}_2\text{S}_3$ POR LA TÉCNICA DE BAÑO QUÍMICO; ESTUDIO DE EFECTO DE TIEMPO Y NÚMERO DE BAÑOS CONSECUTIVOS

**Datos del autor:** Brayan G. Rivas Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (IIT), Ciudad Juárez, México.

**Tutor:** Doctora Amanda Carrillo Castillo

**Coautores:** María de la Luz Mota González, Roberto Carlos Ambrosio Lázaro, Priscy Alfredo Luque Morales

## RESUMEN

La síntesis del sulfuro de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) ha llamado la atención en la construcción de dispositivos fotovoltaicos, así como su uso en fotodiodos y supercapacitores. En esta investigación se reporta el depósito de películas delgadas de sulfuro de bismuto mediante la técnica de baño químico (DBQ) sobre sustratos de vidrio, para de esta manera ofrecer un proceso económico, rápido y accesible para su desarrollo y llevarlo a una aplicación atractiva en el área de dispositivos semiconductores. Se estudiaron variables de síntesis como tiempo de deposición y número de baños sucesivos. El tiempo fue variado hasta por tres horas, usando un medio básico. El número de baños fue variado hasta tres. La caracterización de las películas fue por medio de análisis de Ultravioleta Visible para el estudio de sus propiedades ópticas y para el estudio de sus propiedades microestructurales se utilizó la técnica de microscopía de barrido electrónico (SEM).

Palabras clave: Sulfuro de bismuto, películas delgadas, deposición por baño químico.

# INTRODUCCIÓN

Las películas delgadas de semiconductores han sido la base del desarrollo de una gran variedad de diversas tecnologías modernas. En las últimas décadas la investigación en este campo ha sido fuertemente apoyada por el avance en las aplicaciones tecnológicas (Ramirez-Bon, 2009). Una película delgada es una capa de un material (en el área de electrónica puede ser un conductor, un semiconductor o un aislante) que puede variar desde pocos, hasta cientos de nanómetros. Las principales aplicaciones de las películas delgadas son en dispositivos electrónicos como transistores, celdas solares, iluminación en estado sólido, sensores, almacenamiento de datos (Ramirez-Bon & J., 2009), y a la fecha se descubren nuevas aplicaciones, incluso en la medicina para la creación de *scaffolds* (andamios) para terapia de angiogénesis y biosensores (Fernandes, 2014).

Las películas delgadas pueden obtenerse por diversos métodos como es spray pirolisis, deposición por método físico (PVD), deposición electroquímica, SILAR y depósito por baño químico (Mesa, 2010).

La deposición por baño químico es probablemente el método más simple para obtener películas delgadas. Se basa en una (Fernandes, 2014) solución acuosa y un sustrato donde se depositará el material. La simplicidad del sistema restringe ciertas variables que permitirían conocer y controlar las propiedades de las películas, como la estabilidad de la temperatura, el ángulo del depósito y la solubilidad de los precursores. A pesar de la simplicidad de la técnica, ha sido poco explorada, contrario a lo que se podía esperar (Hodes, 2002). A la fecha, los intentos por estudiar la deposición por baño químico se basan en los precursores (es decir, la serie de compuestos utilizados) y cómo estos afectan el resultado de la película. Esta técnica guarda una gran similitud con el proceso natural de biomineralización por el que pasan los huesos (Fernandes, 2014).

El sulfuro de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) es una sal binaria también llamada bismutinita. Es el estado natural en el que se encuentra el bismuto. Está catalogado dentro de los semiconductores de calcogenuros por contener azufre. Diferentes autores han encontrado que es un semiconductor tipo N con un *band gap* que varía desde 1.6 hasta 1.9 eV y un borde de absorción que oscila entre 500 y 700 nm (Moreno-García, 2010). A diferencia de otros materiales usados en la fabricación de celdas solares es muy poco tóxico (Hodes, 2002). El depósito de este material en forma de películas delgadas y traslado a una aplicación en la electrónica es un hecho que aún no ha sido ampliamente estudiado, pero puede ser totalmente atractivo el llevarlo a cabo por una técnica de bajo coste como lo

es la técnica de baño químico. En esta investigación se plantea el estudio de depósito de este material por esta técnica y el estudio de sus propiedades soportado por diferentes técnicas de caracterización.

## **JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad las investigaciones con  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  han mostrado ser capaces de minimizar la resistencia del material y promover una alta cristalinidad, lo que podría ampliar el rango de aplicaciones del sulfuro de bismuto (Guangdi Nie, 2014). Sin embargo, este material y el desarrollarlo por una técnica de vía húmeda no ha sido totalmente explotado, así como el ofrecer novedosas aplicaciones de este en áreas actuales de interés, como lo es en energías y salud. En esta investigación se propone el desarrollo de este material por un proceso químico de vía húmeda para en un futuro llevarlo a una aplicación en la ingeniería biomédica para el desarrollo de un biosensor, y se tiene como sustento que se han diseñado genosensores para el diagnóstico temprano de síndromes o propensiones genéticas; sin embargo, este material ha sido desarrollado por un proceso físico.

## **MATERIALES Y REACTIVOS:**

- Nitrato de bismuto pentahidratado (Sigma Aldrich)
- Trietanolamina TEA (Fermont)
- Hidróxido de sodio 8Fermont)
- Tiourea (Sigma Aldrich)
- Acetona (CTR)
- Isopropanol (CTR)
- Sustratos de vidrio
- Caja de Petri (fondo)
- Cristalizador
- 1 litro de aceite de cocina
- Platina
- 1 vaso de precipitado (50 ml)
- Cortador punta de diamante
- Parafilm
- Termómetro

- Baño ultrasónico
- Cronómetro
- 

## **METODOLOGÍA**

La fuente de bismuto utilizada fue una mezcla de 0.1 M de nitrato de bismuto. El agente acomplejante fue TEA 1 M, como regulador del pH fue hidróxido de sodio 1 M y la fuente de azufre fue tiourea 0.15 M. El proceso de baño químico se llevó a cabo en un vaso de precipitado de 40 ml que se calentó a baño maría hasta una temperatura de 60 °C. Una vez precalentado, se adicionó el precursor de bismuto, el agente acomplejante, el hidróxido de sodio y la tiourea se aforaron en el vaso de precipitado a 40 ml y después se procedió a introducir los sustratos de modo que quedarán perpendiculares al fondo del vaso de precipitado.

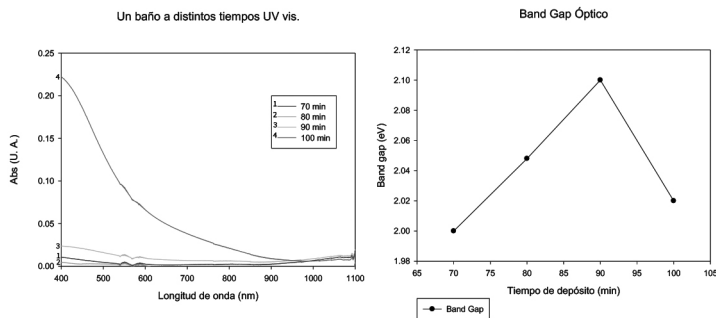
Se procedió a verificar el pH de la solución antes y después del proceso del baño, dando como resultado 12 en ambos casos. Los baños se estudiaron a un tiempo de 10 a 180 minutos. También se estudió el efecto de baños múltiples. Los ciclos fueron de hasta tres baños.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **EFFECTO DEL TIEMPO EN UN SOLO BAÑO DE DEPÓSITO**

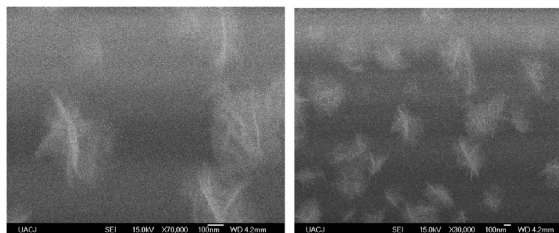
Las muestras se analizaron con un espectrofotómetro de luz ultravioleta y visible (UV-vis). El borde de absorción registrado debería encontrarse en la región entre 500 y 700, que es lo reportado para  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ . Las muestras menores a una hora no tienen el borde característico y a simple vista apenas tienen la coloración terrosa que caracteriza al material. La tendencia de las muestras es aumentar el borde de absorción (en este caso, también la absorbancia) conforme aumenta el tiempo de baño (ilustración 1a). La muestra de cien minutos empieza a mostrar el borde característico. Hay que mencionar que la muestra de ochenta minutos tiene un borde de absorción menor al de las demás, esto puede deberse a que en el proceso de crecimiento de la película ocurre una fase llamada nucleación.

**Ilustración 1.** a) Resultados del análisis de la absorbancia del baño sencillo a diferente tiempo de depósito. b) Variación del band gap en función del tiempo.



En la nucleación el material suspendido en el medio acuoso empieza a adherirse al sustrato, este proceso inicia al azar en toda la superficie del sustrato. Los inicios de la nucleación son puntuales, por lo que hay regiones con material depositado. El subsecuente depósito ocurre sobre los lugares ya nucleados. Dado que estos lugares son aleatorios, el material depositado es heterogéneo e incluso puede haber lugares sin depósito, por esto, es posible que esa muestra contenga una mínima cantidad de sulfuro de bismuto con morfología heterogénea. El band gap calculado para las muestras se encuentra por encima del reportado para  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , puede ser debido a la presencia de otros subproductos como resultado de la nucleación y no homogeneidad del material. Esto puede ser visualizado en la ilustración 2 que muestra el análisis de microscopía electrónica de barrido para la película depositada a 70 min. Se observa de manera aislada la formación de cristales de sulfuro de bismuto, estos presentan la morfología reportada a manera de "flores" o "copos de nieve". Se puede apreciar cómo se han creado distintos centros de nucleación en el sustrato.

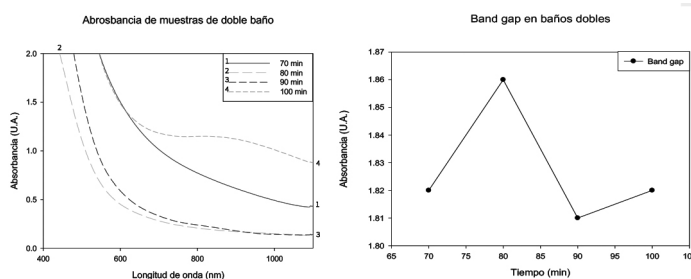
**Ilustración 2.** a) A la izquierda se muestra el detalle de la película a 70 000 aumentos. b) la imagen de la derecha se muestra la disposición en un aumento menor.



## EFFECTO DE BAÑOS DOBLES

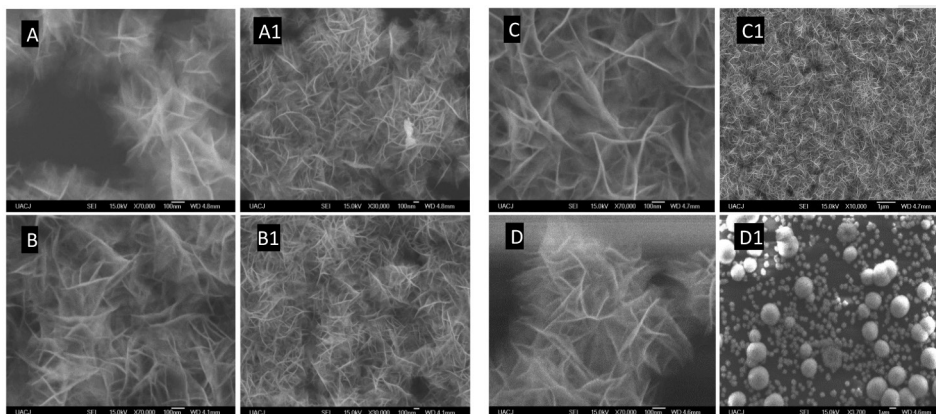
La segunda fase del experimento analizó el efecto que tendrían dos baños consecutivos de la misma cantidad de tiempo. Se dividieron en muestras de 70, 80, 90 y 100 minutos. El resto del proceso del baño fue exactamente el mismo. En la ilustración 3a se muestra el espectro de UV-vis.

**Ilustración 3.** a) Resultados de la absorbancia en los baños dobles. b) Cálculo del band gap en función del tiempo.



Las muestras presentan una tendencia a mover el borde de absorbancia hacia el azul. Sin embargo, la muestra de 70 minutos presenta el segundo borde de absorción más cercano al máximo. Esto sugiere una nucleación incompleta y una superficie heterogénea. Una vez más, el borde de absorción se sitúa en el rango reportado por previas investigaciones. Con estos datos se procedió a calcular el band gap óptico (ilustración 3b). Los resultados mostrados en la ilustración 3b marcan la misma similitud entre la muestra de 70 y la de 100 minutos. La tendencia que se presentó en el anterior, entre las muestras de 80, 90 y 100 minutos no es clara en el band gap, aunque los valores calculados se encuentran dentro de lo reportado para el  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ . La muestra que fue más heterogénea se teoriza para ser la de los 70 minutos, por lo que la diferencia entre estas muestras puede atribuirse a la morfología de los cristales en la película. La morfología se estudió por análisis de SEM. En la ilustración 4 se muestra una comparación entre el material a los tiempos designados. En el caso de la muestra de 70 minutos 4 (A y A1) y se aprecian grandes lugares sin cristales de bismuto. Esto sugiere fuertemente que, aunque la fijación del material mejoró a los 70 minutos.

**Ilustración 4.** Se muestran de arriba hacia abajo las micrografías de 70 (A), 80 (B), 90 (C) y 100 (D) min a X70 000. A La izquierda aparece un aumento inferior X 30 000 (A1) 70 min (B1) 80 min (C1) 90 min (D1)



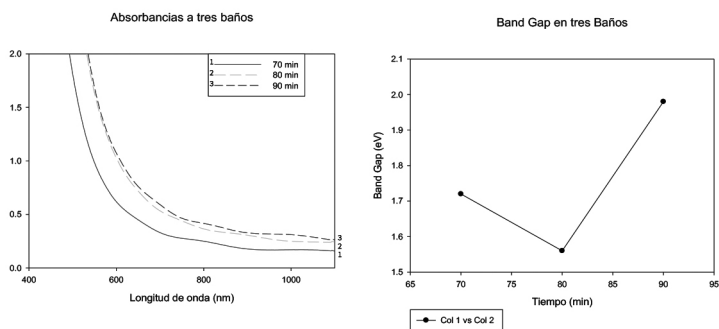
En un análisis más minucioso se concluye las muestras de 70, 80 y 90 siguieron un comportamiento más predecible al minimizar la cantidad de sustrato sin película que se presentaba. La muestra que presentó el comportamiento anormal fue la muestra de 100 minutos. En esta muestra se aprecia que el material se empezó a conglomerar lo que habla de la forma en la que va creciendo la película. En los casos previos parece predominar el crecimiento homogéneo, por un mecanismo ion por ion o compuesto por compuesto, en el caso de la muestra de 100 minutos el crecimiento predominante parece ser el heterogéneo, ya sea por agregación o por coalescencia. Por otro lado, la morfología de copos de nieve o nano agujas se mantiene, lo que indica que la formación del compuesto sigue siendo átomo por átomo.

Efecto de tres baños: Por último, se optó por extender el número de baños hasta tres, esto eliminando los depósitos de 100 minutos o superiores debido a la baja homogeneidad. Los resultados se detallan a continuación.

Los comportamientos se mantuvieron con un corrimiento hacia el azul (ilustración 5a), e incluso parecen haberse estabilizado para tiempos superiores a 80 min. Estas muestras si exhiben un comportamiento óptico muy estable en sus bordes de absorción al crecer conforme se aumenta el número de depósitos.

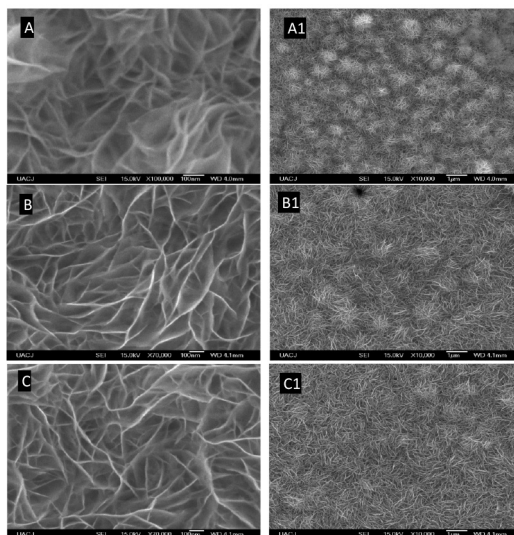
Los resultados del band gap muestran que en esta serie de tiempos hubo una varianza mayor del valor del band gap, partiendo desde 1.5 hasta 2.0 eV (ilustración 5b), encontrándose dentro de lo reportado para el  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ . En los resultados se presenta un mínimo de band gap a los 80 minutos de deposición y el máximo a los 90, por lo que el band gap se está relacionando a la cantidad de material depositado. Los resultados del análisis SEM se muestran a continuación en la ilustración 6.

**Ilustración 5.** a) Resultados de la absorbancia en los baños triples. b) Cálculo del band gap en función del tiempo.



**Ilustración 6.** Se muestran de arriba hacia abajo las micrografías de 70 (A), 80 (B) y 90 (C) a X70 000. A La izquierda aparece un aumento inferior X 10 000 (A1) 70 min (B1) y 80 min (C1).





En el análisis de microscopía SEM se reporta un gran avance en la concentración de la densidad de la película. Ya no se muestran espacios de sustrato sin película, por lo que la película ya se encuentra completa en el sustrato. Es de notarse la similitud de todas las muestras a detalle (izquierda), en contraste de la diferencia entre las muestras más alejadas. Las muestras de menor aumento (derecha) evidencian que aun con la muestra completamente cubierta por película, siguen existiendo regiones de agregación definidas, dando a la película una apariencia de montañas, conforme se avanza con el tiempo de depósito, la película empieza a ser más homogénea, minimizando estas regiones. Este comportamiento maximiza las fronteras de grano.

## CONCLUSIÓN

### DISCUSIONES Y APORTACIONES:

En este estudio se confirma la posibilidad de hacer síntesis de películas delgadas de sulfuro de bismuto sobre sustratos de vidrio como un proceso sencillo asequible y ante todo económico de producción como lo es la técnica de DBQ. Los resultados fueron confirmados por análisis de UV-vis, cálculo del band gap y por microscopía electrónica de

barrido. Estos sugieren que el material muestra una mayor estabilidad a baños múltiples que a baños sencillos. Se confirma un efecto positivo al utilizar un medio básico. Se encontró una disminución en el tiempo reportado para la formación de una capa homogénea de sulfuro de bismuto de 360 a 270 minutos. Se sugiere un estudio de la morfología más detallado para discernir sus propiedades como base de un *scaffold* y tratar de mejorar la cristalinidad. Se sugieren métodos de tratamiento de sustrato y recalentado posterior a la deposición ya que el correcto control de la morfología permitiría su aplicación en la fabricación de biosensores. Además de que se propone el aplicar los materiales con las mejores características para el desarrollo de un dispositivo semiconductor de construcción sencilla para probar su eficiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fernandes, A. M. (2014). Development of highly sensitive electrochemical genosensor based on multiwalled carbon nanotubes-chitosan-bismuth and lead sulfide nanoparticles for the detection of pathogenic *Aeromonas*. *Biosensors and Bioelectronics*, 8.
- Guangdi Nie, X. L. (2014). Facile and controlled synthesis of bismuth sulfide nanorods-reduced graphene oxide composites with enhanced supercapacitor performance. *Electrochimica Acta*, 7.
- Hodes, G. (2002). *Chemical Solution Deposition of Semiconductor Films*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Mesa, F. G. (2010). *Síntesis y estudio de propiedades de nuevos materiales fotovoltaicos usados como capa búffer y capa absorbente en celdas solares*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Moreno-García, H. (2010). Chemically deposited lead sulfide and bismuth sulfide thin films and Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/PbS solar cells. *Thin Solid Films*, 9.
- Ramírez-Bon, R., & J., B. F. (2009). *Deposition, Characterization and applications of semiconductor thin films*. Kerala, India: Research Singpost.

# **TÍTULO DEL TRABAJO: ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE NANOPARTÍCULAS DE AG SINTETIZADAS A TEMPERATURA AMBIENTE MEDIANTE QUÍMICA SUAVE**

**Datos del autor:** Ana Janeth Verdugo Ontiveros, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (IIT), Ciudad Juárez, México.

**Tutor:** Doctora Amanda Carrillo Castillo

**Coautores:** Priscy Alfredo Luque, María de la Luz Mota

## **RESUMEN**

Aunque hay una enorme cantidad de métodos para la síntesis de nanopartículas de plata (AgNPs), la mayoría de ellas se reducen a lo siguiente: una fuente del metal, en este caso una sal, un agente reductor y un agente estabilizante. Para esta síntesis se utilizó nitrato de plata, el ácido cítrico en un ambiente básico como el agente reductor y polietilenglicol (PEG) como agente estabilizante; esto fue mezclado en un ultrasonido a temperatura ambiente. En la caracterización se utilizó un equipo de ultravioleta-visible (UV-vis) para medir la absorbancia de las muestras y ver los cambios que se obtenían conforme al tiempo, además de esto se caracterizó químicamente por medio de espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR).

Palabras clave: nanopartículas de plata, polietilenglicol, ácido cítrico

## **ABSTRACT**

Although there is a lot of methods to the synthesis of silver nanoparticles (AgNPs), most of them are reduced to the following: a metal source, in this case a salt, the reducing agent and the capping ligand. For this synthesis silver nitrate, citric acid in a basic environment, and polyethyleneglycol (PEG) as a capping ligand were used; all of this were mixed in an ultrasound at room temperature. In the characterization, an UV-vis equipment was used to measure the absorbance of the samples and see the changes that were obtained according to the time, besides it was chemically characterized by fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

Keywords: silver nanoparticles, polyethyleneglycol, citric acid.

## **INTRODUCCIÓN**

Las nanopartículas se pueden definir como sistemas sólidos, de tamaño submicrométrico (1-1000 nm), biodegradables o no. El término nanopartícula engloba las nanoesferas y nanocápsulas. La principal ventaja de las nanopartículas con respecto a estas últimas es que poseen la capacidad de atravesar membranas biológicas, en particular, las del epitelio intestinal, por lo que pueden favorecer el proceso de absorción de algunas moléculas como las proteínas (Hernández, 2011).

Existen nanopartículas de distintos materiales, sobre todo metales. De estos pueden sintetizarse nanopartículas de aleaciones o de metales puros también llamados nobles en algunos libros. Las nanopartículas de metales nobles presentan propiedades ópticas muy interesantes debido a la resonancia de plasmones superficiales con la luz visible. La posición de la banda de absorción del plasmón depende de parámetros tales como el tamaño, forma, composición y concentración entre otros (Velázquez & Merchán, 2005). Estas propiedades son las que fueron aprovechadas para el uso de las nanopartículas en aplicaciones tales como: la creación de ventanas de vidrio tensado o la formación de imágenes fotográficas, puesto que las partículas con tamaños desiguales dispersan diferentes longitudes de onda de la luz (Poole & Owens, 2007).

Las nanopartículas de plata han tenido un auge en el área de la salud bastante importante, dado que se trata de un metal biocompatible, además de que posee una cualidad antibacteriana. Las nanopartículas de plata suspendidas en gel permiten tratar quemaduras y evitar infecciones. Los investigadores han demostrado que un gel elabo-

rado a partir de nanopartículas de plata, aplicado sobre una quemadura, tiene la capacidad de eliminar las bacterias y, de este modo, disminuir el riesgo de infección. Al mismo tiempo aceleran la cicatrización de la piel (Menéndez & Franco, 2010). Más allá de esta aplicación, debido a su propiedad antibacteriana, varios artículos de uso común se han desarrollado con estas nanopartículas, desde calcetines hasta electrodomésticos como refrigeradores. Incluso, se está investigando su aplicación en el tratamiento de algunas enfermedades como el sida.

Existe una gran cantidad de métodos para la síntesis de nanopartículas, estos pueden ser desde procesos físicos hasta químicos. Normalmente se utilizan los métodos químicos, debido a que suelen ser más baratos y no necesitan máquinas especializadas, como es en el caso de los métodos físicos. Los procesos químicos se pueden reducir en cuatro pasos: nucleación, crecimiento, maduración y la terminación del crecimiento. Esta serie de pasos va a ser realizada gracias a la presencia de tres reactivos: la fuente del metal, el agente reductor y el surfactante (Orbaek, McHale & Barron, 2015). Dependiendo de cuáles sean estos reactivos, sobre todo los últimos dos, se determinará el tamaño de la nanopartícula, su forma, entre otras cosas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Las nanopartículas de plata son usadas en un gran número de aplicaciones tanto biomédicas como eléctricas, debido a sus propiedades ópticas, antibacteriales y conductoras. Aunque distintos métodos de síntesis han sido desarrollados, es de gran importancia encontrar maneras más baratas, rápidas y sencillas de sintetizar dichas nanopartículas, de manera que un método como el propuesto, en el que se realiza todo el proceso a temperatura ambiente, de forma rápida y con reactivos accesibles cumple en cubrir esta necesidad.

## **METODOLOGÍA**

Como reactivos se utilizaron nitrato de plata (Sigma-aldrich ACS), polietilenglicol (P.M. 200, sigma-aldrich), ácido cítrico (P.M. 192.15, CTR Scientific), hidróxido de sodio (P.M. 40, Fermont). Para la caracterización se utilizó un espectrofotómetro de ultravioleta-visible de doble haz 6850 Jenway y un espectrofotómetro de infrarrojo por transformada de Fourier Spectrum two KBr/Perkin Elmer.

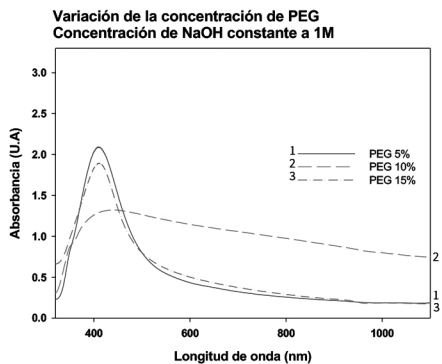
Se utilizó como fuente del metal nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) en solución acuosa al 0.001M, este se mezcló con polietilenglicol y se puso en agitación ultrasónica durante 5 minutos. Como agente reductor se utilizó el ácido cítrico a 0.5M, el cual solo actúa como tal si se encuentra en un ambiente básico. Por lo que antes de agregar el ácido cítrico, se vertió una gota de hidróxido de sodio y luego una gota del ácido. Puesto que el pH se encontró ácido después de este procedimiento, luego, se le agregaron más gotas de NaOH hasta tener un pH de 10. Todo esto se realizó en agitación ultrasónica constante y, además, se dejó otros diez minutos en el ultrasonido.

Este proceso se realizó variando la concentración del NaOH a 1M, 2M y 6M. Luego, se hizo lo mismo, solo que se varió la concentración del polietilenglicol a 5%, 10% y 15%, utilizando el NaOH a 1M y a 2M.

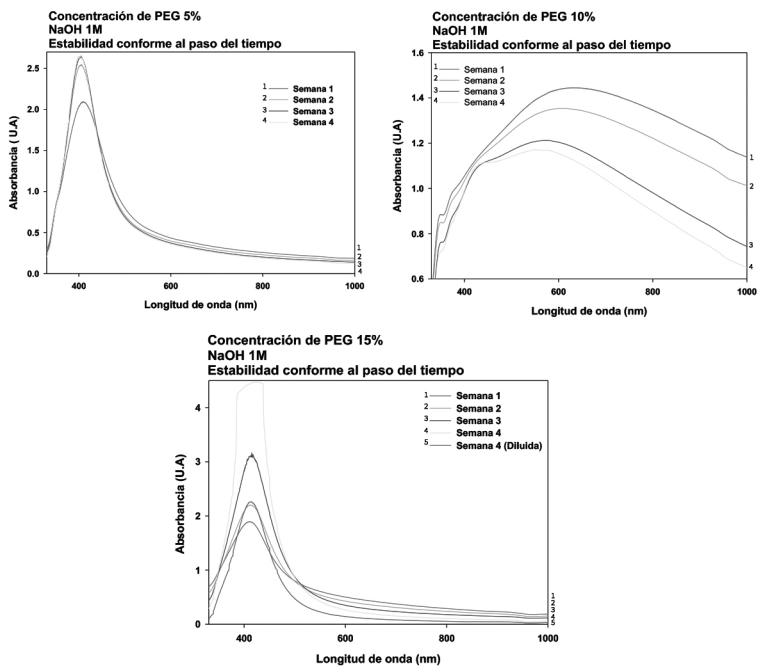
## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Las muestras en donde se hicieron las variaciones de la concentración de hidróxido de sodio y polietilenglicol se midieron en UV-vis. En la figura 1 se observan las mediciones de las muestras cuya variación fue el polietilenglicol a 5%, 10% y 15% con NaOH a 1 M a la semana de su preparación. En esta gráfica podemos ver que a una concentración de 5% y 15% se muestra un borde de absorción cercano a los 400 nm justo la longitud de onda en la que es reportado que se encuentra el pico de resonancia de plasmón de las nanopartículas de plata (Ankamwar, Kamble, Sur, & Santra, 2016; Rashid, Bhuiyan, & Quayum, 2013), mas es importante mencionar que en el caso de la muestra con PEG, al 5% se obtuvo una solución tan concentrada que presentaba ruidos en la parte superior de la gráfica, por lo que se optó por diluir a una proporción de 1:1 con agua y así fue como se obtuvo la gráfica que se muestra. En el caso de la muestra con PEG al 10% se debe señalar que las nanopartículas de plata tienden a recorrer su pico de resonancia cuando su tamaño es mayor, es decir, los resultados de la gráfica podrían suponer que se tienen nanopartículas de un tamaño mayor (Orbaek, McHale, & Barron, 2015).

**Figura 1.** Variación polietilenglicol

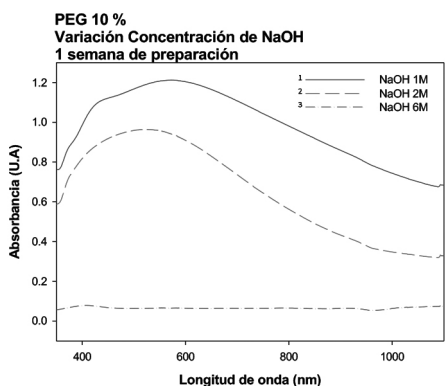


**Figura 2.** Variación de la concentración de PEG y cambios a través del tiempo a NaOH 1M.



En las gráficas de la figura 2 se observa la variación del espectro obtenido de la medición en UV-vis de las soluciones de AgNPs conforme el paso del tiempo de su preparación, con la finalidad de conocer la estabilidad de estas. Siendo las mediciones a una semana de diferencia durante un mes. La gráfica en la que se tiene una concentración de PEG del 10% muestra la tendencia, ya reportada, de este tipo de material a crecer (Wuithschick *et al.*, 2013), ya que es posible observar que conforme el tiempo va aumentando, la absorbancia disminuye. Por otro lado, en las gráficas que nos muestran las mediciones sobre la variación de PEG de 5% y 15% se aprecia un comportamiento totalmente distinto, puesto que en ellas la absorbancia aumenta conforme al tiempo. Aunque en definitiva se muestra que se obtiene el pico en los 400 nm que ya se había mencionado, estas dos proporciones muestran un comportamiento distinto al reportado que puede estar relacionado a la precipitación paulatina de las AgNPs. Debido a esto es por lo que se opta por utilizar el PEG al 10% para la continuación del estudio.

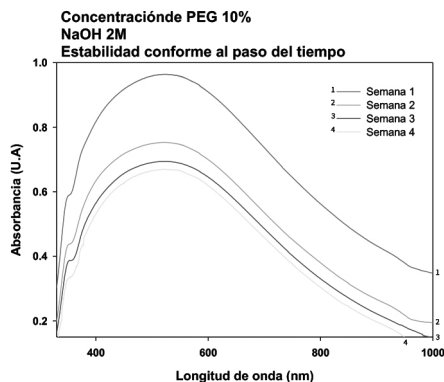
**Figura 3.** Variación de la concentración de NaOH y cambios a través del tiempo



En la figura 3 es posible apreciar la medición de las muestras preparadas con el NaOH a 1M, 2M y 6M en PEG al 10% a la semana de su preparación. El pico de absorción se encuentra cerca de los 500 nm en las muestras con concentraciones de 1M y 2M, mientras que al utilizar una concentración de 6M no se obtiene ninguna señal; al analizar físicamente la muestra se encontró totalmente transparente con pequeñas partículas negras precipitadas. Esto demuestra que el nivel de alcalinidad afectaba a la preparación de las nanopartículas.

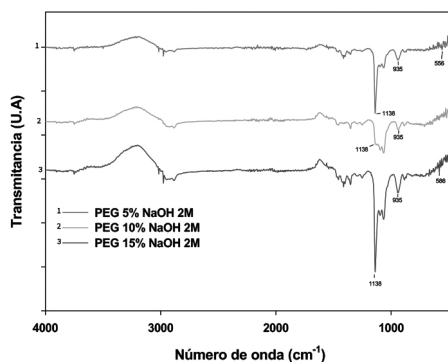


**Figura 4.** Nanopartículas preparadas con PEG 10% y NaOH 2M a través del tiempo



Debido a que se notó una curva más definida en la muestra preparada con NaOH 2M para PEG 10% se decidió estudiar su comportamiento a través del tiempo y se obtuvo lo mostrado en la figura 4, donde se aprecia que la absorbancia va disminuyendo y la curva se mantiene definida conforme pasa el tiempo.

**Figura 5.** Espectro FTIR de las nanopartículas preparadas con NaOH 2M y PEG 5%, 10% y 15%.



De manera que se tuviera una caracterización química de los materiales sintetizados, se realizaron mediciones de FTIR de muestras con las distintas concentraciones de

PEG con el NaOH 2M, mostrados en la figura 5. La banda de IR en  $935\text{ cm}^{-1}$  corresponde a la vibración del enlace C-O-H propio del PEG y se encuentra más pronunciado en la muestra con PEG 15%. Por otro lado, también se encuentran las bandas en  $1138\text{ cm}^{-1}$  derivado del enlace C-O también correspondiente al PEG, sin embargo, en esta banda se encuentran diferencias entre las tres gráficas, viéndose más pronunciado en las muestras con PEG 5% y PEG 15%. En el caso de la muestra con PEG 15% se encuentra un pequeño borde más pronunciado en  $589\text{ cm}^{-1}$  que según lo encontrado en la bibliografía se trata del encapsulamiento de las AgNPs por los oxígenos del PEG (Shameli *et al.*, 2012).

## **CONCLUSIÓN**

### **DISCUSIONES Y APORTACIONES:**

En esta investigación fue posible sintetizar nanopartículas de plata a partir de nitrato de plata como fuente del metal, ácido cítrico en un medio básico dado por hidróxido de sodio como agente reductor y polietilenglicol como agente estabilizante a temperatura ambiente y en agitación ultrasónica. La síntesis se hizo con distintas concentraciones de PEG y NaOH. La formación de las nanopartículas fue confirmada mediante UV-vis y se le dio seguimiento a su comportamiento durante un mes para conocer su estabilidad, dependiendo de las concentraciones de los reactivos utilizados. Mediante FTIR se caracterizó químicamente demostrando la presencia de PEG y, por lo menos en una de las muestras, observando la pequeña banda de la interacción de la plata con el oxígeno del PEG. Los resultados obtenidos dan pauta a la realización de un estudio microestructural de los materiales sintetizados, lo que sin duda pueden tener potencial aplicación en el área de la ingeniería biomédica, ofreciendo una alternativa viable y económica para su desarrollo.

## REFERENCIAS

- Ankamwar, B., Kamble, V., Sur, U., & Santra, C. (2016). Spectrophotometric evaluation of surface morphology dependent catalytic activity of biosynthesized silver and gold nanoparticles using UV-vis spectra: A comparative kinetic study. *Applied Surface Science*, *366*, 275-283. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.01.093>
- Hernández G. (2011) *Tratado de medicina farmacéutica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, p. 136.
- Menéndez A. & Franco J. (2010) *Una revolución en miniatura: Nanotecnología al servicio de la humanidad*. València: Bromera, pp. 53-54.
- Mulfinger, L., Solomon, S., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A., Rutkowsky, S., & Boritz, C. (2007). Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. *J. Chem. Educ.*, *84*(2), 322. <http://dx.doi.org/10.1021/ed084p322>
- Orbaek, A., McHale, M., & Barron, A. (2015). Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles for an Undergraduate Laboratory. *J. Chem. Educ.*, *92*(2), 339-344. <http://dx.doi.org/10.1021/ed500036b>
- Poole C. y Owens F. (2007) *Introducción a la nanotecnología*. Barcelona: Editorial Reverte, pp. 79-81.
- Rashid, M., Bhuiyan, M., & Quayum, M. (2013). Synthesis of Silver Nano Particles (Ag-NPs) and their uses for Quantitative Analysis of Vitamin C Tablets. *Dhaka Univ. J. Pharm. Sci.*, *12*(1). <http://dx.doi.org/10.3329/dujps.v12i1.16297>
- Shameli, K., Bin Ahmad, M., Jazayeri, S., Sedaghat, S., Shabanzadeh, P., & Jahangirian, H., Mahdavi, M. & Abdollahi, Y. (2012). Synthesis and Characterization of Polyethylene Glycol Mediated Silver Nanoparticles by the Green Method. *IJMS*, *13*(12), 6639-6650. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms13066639>
- Velázquez M. & Merchán M. (2005) *Coloides e interfaces*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, p. 243.
- Wuithschick, M., Paul, B., Bienert, R., Sarfraz, A., Vainio, U., Sztucki, M., Kraehnert, R., Strasser, P., Rademann, K., Emmerling, F. & Polte, J. (2013). Size-Controlled Synthesis of Colloidal Silver Nanoparticles Based on Mechanistic Understanding. *Chem. Mater.*, *25*(23), 4679-4689. <http://dx.doi.org/10.1021/cm401851g>



**ÁREA 8**

**ARTES**



**Área:** Artes

**Nombre del docente:** Dr. Rutilio García Pereyra

**Departamento:** Diseño

**Instituto:** Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte

## MENSAJE

**E**n nuestro papel de investigadores es fundamental que participemos activamente en la formación de recursos humanos. El pregrado es la fase inicial y experimental del estudiante en el amplio contexto de la investigación. Participar como evaluador de proyectos en el 4.º Encuentro de Jóvenes Investigadores en el Estado de Chihuahua, fue una experiencia enriquecedora pues permite observar y valorar la creatividad de jóvenes entusiastas interesados en integrarse a la práctica de la investigación.

Evaluar proyectos permite el diálogo directo con jóvenes y pares académicos. Es constatar el compromiso institucional por incentivar la actividad científica entre estudiantes y el interés individual que como docentes-investigadores tenemos para contribuir en la formación de recursos humanos. Son nuevas generaciones que van a sustituirnos, es de suma importancia, por tanto, asumir actitud crítica ante planteamientos que de viva voz expresan en el momento de exponer y defender su propuesta. La posición como evaluador debe ser positiva, es decir, señalar donde están las debilidades, así como también, las fortalezas de la propuesta de investigación.

Sin embargo, detectar debilidades es obligación del evaluador que, desde su experiencia en la investigación, debe mostrarles el camino para que las resuelvan. Debe mostrarse actitud crítica, pero con fundamento, hacer sentir a los jóvenes que sus evaluadores poseen suficiente conocimiento para compartirlo con ellos, incentivarlos a ser mejores e inculcarles que de sus aportaciones y compromisos contribuyen al desarrollo personal, de su institución, de su país, así pues, los jóvenes de hoy moldean un futuro promisorio, contribuyamos a que lo logren.





## ANIMAL

**Convocatoria:** Encuentro de Jóvenes Investigadores 2016

**Disciplina/especialidad:** Proyectos Artístico-Curatorial.

**Productos:** Arte Objeto; Archivo Fotográfico; Mapa Registro.

**Autor:** Adrián Alvarado Ricalday

**Coautor:** Eduardo Villarreal Coronado

**Asesores Académicos:** Mtra. Alpha Elena Escobedo.

## RESUMEN

**P**royecto de arte contemporáneo sobre animales en condición de abandono en Ciudad Juárez, lo cual se aborda por medio de recolección de restos de animales y creación de un archivo fotográfico que cumpla la función de enfrentar al espectador a un tema realmente cotidiano, pero sumamente desagradable. La propuesta continúa actualmente, expresan los resultados y los planes a seguir a corto y mediano plazo.

Palabras clave: Animal, vestigio, historia, recolección, abandono.

## INTRODUCCIÓN

*ANIMAL* es un proyecto artístico de Adrián Ricalday, curado por Eduardo Villarreal, que se fundamenta en la recolección de vestigios de animales abandonados, tanto vivos como muertos. El proyecto tiene como principal objetivo incitar a la reflexión sobre una imagen que resulta cotidiana en Ciudad Juárez, además busca simbólicamente ofrecer un trato digno a aquellos animales olvidados.

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La inquietud comenzó al reconocer que la vía pública es habitada por una cantidad incommensurable de animales callejeros, espacio que también funciona como su lugar de reposo al morir. A pesar de la existencia de asociaciones civiles creadas con el fin de ofrecer una solución a estos problemas no se logra dar abasto, en parte por la falta de interés del gobierno en sus distintos niveles como por el nulo interés por parte de gran parte de la sociedad hacia su entorno y la vida que lo habita.

Cabe recalcar que este problema es característico de los países denominados de "tercer mundo" y "en vías de desarrollo". La cantidad de animales que rondan en la vía pública tiene relación con el nivel socioeconómico de la zona ya que, a mayor nivel, menor cantidad de animales callejeros, pero aún a pesar de esto no desaparecen por completo. Reconociendo entonces que México se encuentra en una condición muy distinta al país vecino, Ciudad Juárez se convierte en un panteón de aquellos animales que la habitan.

Es aquí cuando comienza el proceso artístico, el recorrido del artista por las calles, banquetas y camellones de la ciudad pretende acercarse y recuperar algo de lo que estos animales son o fueron. La ciudad se convierte en una zona arqueológica y a su vez transforma al artista en arqueólogo. La recolecta de los vestigios de animales muertos evita que el tiempo borre el rastro del descuido que se tiene por cultura. Es un ejercicio que recupera lo aparentemente olvidado y al mismo tiempo es una acción profética no separar en las piezas los animales vivos de los muertos, expresando que todos ellos sufrirán el mismo destino, un abandono que no termina en los animales e implica a la sociedad.

Este es entonces un proyecto de arte que trabaja un tema cotidiano, real y presente en la vida de todo miembro de la sociedad juarenses. Por medio de este se busca crear un impacto en el espectador. Una propuesta que, si bien no realiza un cambio de facto en la situación abordada, sí la visibiliza y simbólicamente ofrece una muestra de respeto a aquellos que fueron invisibles en vida.

Así es como *ANIMAL* se muestra, con una intención cuyo valor es trascendente al preservar aquello que en un momento dado tuvo vida, restos que hoy declaran no haber sido ni ser más que un objeto desechable cuya mayor aspiración en vida fue ser cubiertos de cal al morir.

## METODOLOGÍA

Estando consciente de la problemática en la ciudad en cuanto al abandono y descuido cultural para con los animales y al observar un contraste con países de primer mundo, se podía apreciar que en lo que refiere a cuestiones sanitarias, países tercermundistas se identifican con esta problemática. Por lo que se inició un primer acercamiento al proyecto con la ayuda del Sr. Carlos R. Hankin López, quien vivió sus primeros 18 años de vida en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, para luego brindar su servicio militar (Navy) a Estados Unidos, actualmente viviendo en Jacksonville, Florida, E.U. con 39 años de edad. Se empezó un registro fotográfico de animales muertos por la ciudad utilizando el celular como herramienta para así crear un archivo, asumiendo un plazo no mayor a dos meses, donde cada uno debía registrar en fotografía digital animales abandonados o muertos en su respectiva localidad.

Se realizó un aproximado de treinta y dos fotos de animales en su mayoría muertos, de los cuales se dio el lujo de elegir siete muestras para así realizar la primera obra arte objeto. Luego se decidió acotar las piezas a solo un recorrido específico, el cual forma parte de la cotidianidad del artista, esto por un periodo aproximado de cinco meses, concretándose un archivo fotográfico mayor a cien imágenes.

La recolección se hizo con guantes de látex esterilizados, pinzas de punta y tijeras; los restos se preservaron en bolsas de plástico herméticas para su posterior montaje. Se registró el punto de levantamiento en fotografía, para luego señalar en un mapa la zona recorrida.

Para el armado de la obra, se contactó a un proveedor especializado en material de uso médico, donde se surtió de tubos de ensayo herméticos para el montaje de los vestigios, utilizando un tubo por cada muestra, de esta manera se pretendía mostrar un respeto y trato digno al animal como seguridad al espectador, manteniendo un límite entre ambos.

## RESULTADOS Y EXPOSICIÓN

En la acción coordinada con el señor Carlos se dio como resultado un registro de las calles sin animales rondando, donde al encontrarlos estaban con su respectivo dueño, logrando apreciar que se encuentran sanos y limpios. El único caso fue el de un zorrillo localizado por el *freeway* (carretera), pero también menciona que existen equipos espe-

ciales dedicados a retirarlos de las carreteras en poco tiempo. Por último, se registró un video con una reflexión de la experiencia obtenida.

Adrián observó y escuchó el espacio público, encontrando animales vagando, al mismo tiempo que percibió el aroma de otros ya fallecidos en descomposición. El proyecto se desarrolló mediante el concepto de vestigio, entendido a través de las notas y apuntes sobre la *historia* por Walter Benjamin (Benjamin, 2008), ya que cuando se habla del vestigio se aborda como forma de dirigir la mirada a las ruinas del pasado y por consecuencia entender el presente. Esta es precisamente la columna que guía el proceso del proyecto, recogiendo del espacio público lo que se encuentra, antes de que el tiempo termine por borrar sus huellas. Se rescata, protege, transmite y difunde, no el patrimonio de la humanidad sino el despojo de la apatía.

El proyecto se reveló al público con la realización de una exposición inaugurada el 11 de agosto de 2016 en la Sala de Exposiciones del Centro Cultural Universitario con una permanencia hasta el 26 de agosto del mismo año.

Posteriormente se seleccionaron minuciosamente catorce vestigios más, conformados por gatos, un gallo y en su mayoría perros. Para esa exposición se concretaron dos bases más con siete vestigios de diferentes cuerpos en cada una de las bases, que sumados a la pieza original daban un total de veintiún animales. Las medidas de las piezas son: 26 cm (ancho) por 17 cm (alto) y 7.5 cm (largo).

Igualmente se realizó una selección de tres imágenes del archivo fotográfico y se trabajó un mapa de la ciudad donde se muestra el área recorrida y los puntos de levantamiento.

La invitación al evento fue al público en general, entre los asistentes se contó con miembros del departamento de arte; asociaciones civiles dedicadas al albergue de animales y defensa de sus derechos; estudiantes de distintas licenciaturas, no quedándose en una presentación exclusiva a la academia de arte.

**Figura 1.** Vestigio, Vol. 1



**Figura 2.** Muestra archivo



**Figura 3.** Mapa registro

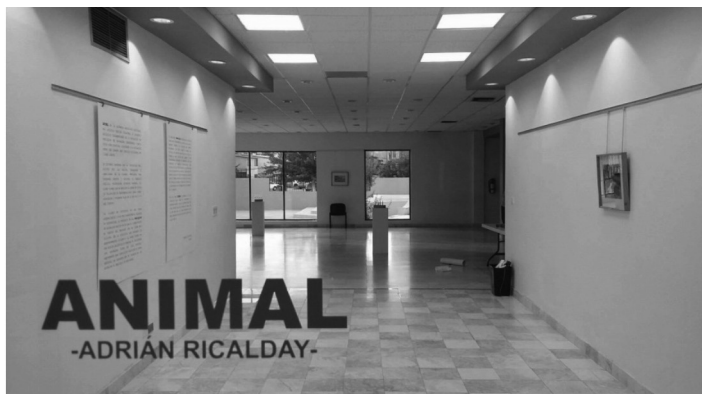


El acomodo museográfico se realizó en función de un eficiente flujo en el recorrido de la exposición por parte de los visitantes y utilizando el equipo ya disponible dentro del espacio (rieles sobre las paredes). Teniendo como prioridad una estética sobria y simple.

**Figura 4.** Levantamiento museográfico



**Figura 5.** Imagen exposición ANIMAL



## CONCLUSIONES

Durante el proceso de recolecta, al apreciar el entorno y el estado en que se encontraban los cuerpos, era muy notorio la intención de las personas que arrojaban estos animales a la intemperie. De alguna manera el imaginario empezaba a tratar de reconstruir aquel suceso que de algún modo muestra un reflejo de quienes somos como sociedad.

En casos como el uso y cuidado para embalar un cuerpo con costales de plástico, el tiempo dedicado a ello, incluso quizá pensando en los posibles sitios para arrojar dicho cadáver. Ya que ciertos espacios logran convertirse en referencias potenciales para este fin. Por otro lado, en contraste a estas acciones, es notorio también como personas aledañas a estos puntos, de alguna forma pasan a arrojarles unos puñados de cal, o utilizar la misma tierra de su alrededor para parcialmente enterrar el cuerpo. Por lo que de igual manera, estos sujetos también toman parte de su tiempo, quizás el pequeño gasto de esos puñados de cal y la acción de un intento parcial de hacer algo al respecto.

Esto lleva a un choque entre la indiferencia y la preocupación de salubridad latente. Sin embargo, por la proliferación de estos animales y la falta de un interés, desde el ciudadano hasta su gobierno por ofrecer soluciones, es la causa del descontrol por el cual surge esta problemática.

De los animales expuestos, el canino suele ser el más vulnerable o cuando menos el más afectado en cuanto a mi propia experiencia, ya que durante mi proceso y recolecta de archivo, fueron los más notorios estadísticamente.

Al momento de la exposición, durante la interacción con el público, mucho de lo anterior fue confirmado por los asistentes, fue interesante ver que para varios espectadores de la misma localidad sabiendo que en ese espacio se encontraban de manera simbólica veintiún animales, quedaron impactados con lo que la exhibición mostraba, estando dentro de los que expresaron estos comentarios aquellos que trabajaban en las asociaciones o tenían una relación muy estrecha con los animales, en contraste, a otros les pareció poca la cantidad de obra presentada. Lo anterior nos muestra cómo de alguna manera, la exposición constante a estas situaciones anestesia a la sociedad.

ANIMAL se plantea continuar con el archivo fotográfico y con la recolección de fotos en la localidad por el periodo aproximado de un año, durante el cual se busca recorrer la ciudad en la mayor cantidad posible, realizando una selección y exposición final del proyecto en Ciudad Juárez. A largo plazo se pretende ampliar el proyecto a otras ciudades

como una acción que visibilice a los animales en situación de calle, esperando romper algo de ese letargo detectado.

## **REFERENCIAS**

Benjamin, W. (2008). *Tesis sobre la historia y otros fragmentos*. ITACA.



## **LA NOVELA GRÁFICA COMO RECURSO DIDÁCTICO ALTERNATIVO: JUANA DE ARCO Y LA BATALLA DE ORLEANS**

**Autor:** Juan Ontiveros Rodríguez

**P**ara hablar sobre la educación en las escuelas, se requieren alternativas nuevas y, además de atractivas, provechosas para el desarrollo intelectual de los alumnos. Es aquí donde se presenta el proyecto de la novela gráfica *Doncella de Orleans* como recurso didáctico, una opción variable aún no aprovechada para fines educativos.

La actitud del alumno relativa al estudio de la historia universal depende del docente y cómo imparte la clase. Mientras más dominio muestre sobre la materia, mejor puede enseñar al alumno la importancia de la misma para entender el presente. Se retiene el interés en la clase de historia universal mientras más diverso sea el material didáctico utilizado, como son principalmente los libros, además de revistas, películas y documentales, entre otros; así mismo las actividades realizadas por los alumnos, entre las que se encuentran dinámicas que permitan la interacción entre todos los miembros de la clase, las exposiciones y los debates.

Al desarrollar esta propuesta (la novela gráfica *Doncella de Orleans*) se estará haciendo uso de los conocimientos referentes a la ilustración y el diseño enfocados a la educación para lograr adaptar un medio narrativo al formato de novela gráfica, tomando de base un episodio de la vida de uno de los personajes femeninos más importantes de la historia universal. Se dará difusión a la historia de Juana de Arco en la batalla de Orleans por medio de un formato de novela gráfica, que resulte atractivo para el público de nivel secundaria, ya que esta forma de arte secuencial busca reflejar la vida y el contexto sociopolítico de la Francia del siglo XV. Este material a su vez pretende funcionar

como herramienta de apoyo para los estudiantes de la materia de historia universal, con el fin de evaluar la efectividad de esta propuesta en el aprendizaje del alumno respecto a la vida de Juana de Arco, un personaje trascendental en la historia de la edad media.

La novela gráfica busca elevar a un nivel más formal el concepto del *Comic book* o historieta, ya sea mediante su presentación o contenido. En nuestro caso se busca presentar el proyecto encuadrado a modo de libro, mientras que las páginas interiores tomarán referencia de diferentes obras que traten de Juana de Arco: libros, pinturas, películas y documentales, para así desarrollar un guion que adapte por medio de la ilustración en viñetas y globos de diálogo, la narración de la llamada "Doncella de Orleans", quien vive su primera experiencia bélica como soldado del ejército francés, adjuntando información contenida en mapas y fichas de personajes, para abarcar las condiciones en que se encontraban Francia e Inglaterra –naciones involucradas en el relato–, profundizando en el entorno sociopolítico en el que se desarrolla la historia de Juana de Arco, para saber el impacto que tuvo su participación y comprender mejor la importancia y trascendencia de este personaje.

# LOS ÁRBOLES DE LA FRONTERA

**Autor:** Adrián Reyes Pulido.

**Tutora:** Alpha Elena Escobedo

## RESUMEN

Un proyecto de obra artística, que influya en el ámbito político y ecológico de la frontera, al reforestar de manera masiva el cauce seco del río Bravo. Con ayuda de la comunidad juarense, pretendo rescatar un poco el cada vez más perdido entorno natural de la ciudad, a la vez que se afirme la soberanía de la misma ante las impositivas acciones del país vecino.

Palabras clave: Arte, instalación, árboles, frontera.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en una instalación artística, de *land art*, de contexto político y ecológico. Ubicada en el borde de la frontera de Juárez y El Paso, en el cauce seco del río Bravo. Una fila de árboles desérticos, plantados de manera permanente, con intervención en algunos de ellos, a unos cuantos metros uno del otro, de manera que devuelvan la vegetación al lugar y además, impidan la visión del otro lado hacia acá, ofreciendo sombra a los que pasan por la zona.

## DESARROLLO

La zona del bordo es de algunos kilómetros de largo, y de unos 50 metros de ancho. Debido a que era el cauce del río, debería llevar agua y contar con vegetación. A partir del 2000, la policía de migración de Estados Unidos se encargó de limpiar la zona para tener mejor visibilidad de los inmigrantes ilegales. Este hecho, si bien es únicamente testimonial, y me falta comprobarlo, se suma a una lista de acciones tomadas por el gobierno estadounidense, con tal de frenar la migración ilegal sin tomar en cuenta el medio natural, lo que a la larga perjudica a todos los que vivan en las inmediaciones.

Ciudad Juárez está supeditada al hecho de que es frontera con la primera potencia, se quiera aceptar o no, y muchas de sus decisiones son influidas por este hecho, aunque resulte perjudicial para nosotros. Sumado a esto, a nadie le importa realmente el desierto. A pesar de que esté de moda el tema medioambiental, la verdad es que a nadie le interesa mientras no se trate de ecosistemas visualmente llamativos, de animales exuberantes o de situaciones límite que no se puedan ignorar. El ambiente semidesértico de Juárez es hostil, la vida nativa es discreta y la naturaleza poco llamativa, por lo que nadie se fija si está siendo dañada o no, a pesar de la gran importancia de los desiertos y de la flora y fauna locales. La maquila y la frontera no se preocupan del ambiente que recrudece cada año, a pesar de que se calcule que en quince años la sequía comenzara a afectar a Juárez.

Ante estos temas, el arte puede interponer, literalmente, una voz en el desierto. Aún lejos de los museos y de los discursos elitistas, una obra puede posicionarse fácilmente en este entorno para atraer atención a los temas urgentes.

El objetivo de la obra es ecológico y político, tratando de devolver a la zona lo que es suyo, es decir, su diversidad vegetal, a la vez que se desafían los intereses políticos que permean el bordo y la frontera. Hacer volver la naturaleza a un lugar donde chocan dos países en conflicto es suficiente para decir que se está haciendo una declaración contra lo establecido por la nación más poderosa del globo, a la vez que no resulta en una abierta declaratoria de guerra inútil, sino en algo más sutil, y quizá más difícil de acallar.

Hasta el momento, la gran mayoría del tiempo la he gastado investigando sobre el ecosistema vegetal local, y conceptos de botánica y plantaciones. Ya que es un tema que desconozco, me ha parecido importante abordar con gran profundidad estas áreas, buscando textos especializados y de instancias gubernamentales. En total, he reunido unas

quinientas páginas de información, que he ido depurando poco a poco, hasta quedar con los datos importantes.

Los problemas a resolver son muchos, desde permisos oficiales (Parques y Jardines), diseñar un sistema de riego, encargar que se rieguen, el transporte, la mano de obra, el precio de los árboles, el mantenimiento, la plantación, la promoción para que sea algo conocido y evitar que se detenga el proyecto... y seguramente surgirán más durante el transcurso.

Otro problema a resolver es el crecimiento de los árboles. Las plantas desérticas no requieren mucha agua, pero tardan años en crecer en tamaños considerables, por lo que hay dos opciones; colocar árboles pequeños y que la obra sea a futuro, o comprar ejemplares más grandes. Cada opción representa sus propios problemas.

Aún no resuelvo de manera satisfactoria qué elemento distintivo colocaré en los árboles a manera de intervención, ya que me parece necesario que sean algo más que solo las plantas, algo que haga evidente al otro lado que esos árboles fueron puestos ahí por seres humanos, y no por crecimiento natural. La referencia inmediata es el artista alemán Joseph Beuys, que plantó árboles a manera de arte, y Bruce Nauman, con sus placas nunca instaladas en los árboles.

También debo resolver si el proyecto incluirá la participación de gente de la ciudad de El Paso, con sus ramificaciones implicadas.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Se trata de una hilera de árboles desérticos, plantados en el cauce seco del río Bravo, puestos cada uno separado varios metros de los otros. Hay un número aproximado de 150 especies vegetales nativas a considerar, variando de tamaños y formas, siendo unas quince las que más viables me parecen. Estos árboles permanecerán y crecerán ahí, ofreciendo sombra a la poca vida que existe en el cauce, y limitando (pero no totalmente) la visión de la migra hacia el lado mexicano.

El número ideal de árboles lo considero en 300, pues es una cantidad visible, notoria, pero no demasiado grande para ser incosteable o imposible. Algunos de los árboles serán intervenidos de manera artística, ya sea con placas metálicas (en referencia a Nauman) o añadidos aún no determinados, puesto que estos deben ser diseñados y fabricados a partir de cada árbol, y en trabajo con la comunidad juarense, de ser posible.

## BIBLIOGRAFÍA

- Lebgue-Keleng, T., Soto-Cruz, R., Quintana-Martínez, G., Quiñonez-Martínez, M., Balde-  
rrama-Castañeda, S., Melgoza-Castillo, A., Morales-Nieto, C. R. y Cortes-Palacios,  
L. (2015, enero-abril). Árboles y arbustos templados de Chihuahua, *Tecnociencia  
Chihuahua*, IX(1): 49-57.
- Catálogo de plantas 2013, Árbol 2000 (Landscape Services), Hermosillo. [http://www.  
arbol2000.com](http://www.arbol2000.com)
- Reporte del Estado Ambiental y de los Recursos Naturales en la Frontera Norte de Méxi-  
co, Gobierno de la República, en colaboración con el Banco Mundial.
- Plan de acción para la conservación de los pastizales del desierto chihuahuense en el  
Estado de Chihuahua, Chihuahua, Chihuahua, 2011.

UACJ

