

**de** **m** **memoria**  
**de investigación**

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES





**de m memoria**  
**de investigación**

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**  
16° Seminario de Investigación  
Del 23 al 25 de junio de 2015

**D.R. © UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a través de la Dirección General de Investigación y Posgrado, por el Departamento de Apoyo a la Investigación. Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Tel. (449) 910 74 42, [www.uaa.mx/investigacion](http://www.uaa.mx/investigacion), [investigacion@correo.uaa.mx](mailto:investigacion@correo.uaa.mx). Editor responsable: Guadalupe Ruiz Cuéllar. Corrección de texto: Mónica Ávalos Valladares. Diseño gráfico: Georgina Becerra Delgado-Chicklee Vanguardia Creativa y Departamento de Procesos Gráficos de la Dirección General de Infraestructura Universitaria de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-070714130000-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN electrónico en trámite. Maquetada en el Departamento de Procesos Gráficos de la Dirección General de Infraestructura Universitaria de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, Edificio 127, C.P. 20131, Tel. (449) 910 74 93, este número se terminó de maquetar en junio de 2017.

Publicación arbitrada.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

## DIRECTORIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

**M. en Admón. Mario Andrade Cervantes**  
Rector

**Dr. en C. Francisco Javier Avelar González**  
Secretario General

**Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar**  
Directora General de Investigación y Posgrado

**M. en CP. Gabriel Ernesto Pallás Guzmán**  
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias

**M. en C. José de Jesús Ruiz Gallegos**  
Decano del Centro de Ciencias Básicas

**M. en C. Luis Enrique Arámbula Miranda**  
Decano del Centro de Ciencias de la Ingeniería

**Dr. Raúl Franco Díaz de León**  
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

**Dr. en Ing. Mario Eduardo Zermeño de León**  
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

**Dra. en Admón. Sandra Yesenia Pinzón Castro**  
Decana del Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

**M.I. José Jorge Saavedra González**  
Decano del Centro de Ciencias Empresariales

**Dr. en Ed. Daniel Eudave Muñoz**  
Decano del Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

**M. en RSM. José Luis García Rubalcava**  
Decano del Centro de las Artes y la Cultura



## COMITÉ ORGANIZADOR

### SECRETARIOS DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**Dr. José de Jesús Luna Ruiz**  
Centro de Ciencias Agropecuarias

**Dr. Juan Jáuregui Rincón**  
Centro de Ciencias Básicas

**Dr. Luis Fernando Barba Gallardo**  
Centro de Ciencias de la Salud

**M. en I. José Luis López López**  
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

**Dr. Gonzalo Maldonado Guzmán**  
Centro de Ciencias Económicas y Administrativas

**Dr. Luciano Ramírez Hurtado**  
Centro de Ciencias Sociales y Humanidades

**Dra. Blanca Elena Sanz Martín**  
Centro de las Artes y la Cultura

### DEPARTAMENTO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

**M. en C. Jesús Arturo Femat Díaz**  
Jefe del Departamento de Apoyo a la Investigación

**Lic. Laura Olivia Ortega Calderón**  
Jefa de Área

**M. en E. Sandra Elisa Pérez Quezada**  
Encargada de Dictaminación y Divulgación Científica

**Mtra. Yazmín Ramírez Rodríguez**  
Encargada Administrativa

**Mtra. Elena Yadira Negrete Jayme**  
Encargada de Programas Académicos

**Lic. Sandra Margarita Ruiz Guerra**  
Asistente de Investigación

**Ing. Carolina De León López**  
**Lic. Luis Antonio Martínez De Anda**  
Asistentes técnicos

**Lic. Pedro Arturo Martínez Mendoza**  
Asistente

**Angélica del Rocío Ibarra Ramírez**  
**Miriam Báez Adame**  
Secretarías





## INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA MEMORIA





## ÍNDICE

<b>Índice</b> .....	11
<b>Presentación</b> .....	17
Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar Directora General de Investigación y Posgrado	
<b>CIENCIAS AGROPECUARIAS</b> .....	<b>21</b>
<b>Plagas de la vid en Aguascalientes</b> .....	23
Felipe Tafoya Rangel, Jaime Escoto Rocha, Catarino Perales Segovia, Ernesto González Gaona	
<b>Efecto de plantas hospederas aledañas a cultivos en la susceptibilidad a insecticidas de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) biotipo B</b> .....	29
Ernesto Cerna Chávez, Yisa María Ochoa Fuentes, Jerónimo Landeros Flores, Hernández Martínez, Omegar Hernández Bautista, Luis Aguirre Uribe	
<b>Estado actual del conocimiento de los productores sobre el control del picudo de la guayaba</b> .....	34
Karla Vanessa De Lira Ramos, Ernesto González Gaona, José Saúl Padilla Ramírez, Víctor Manuel Rodríguez Moreno, Roberto Sánchez Lucio, Candelario Serrano Gómez	
<b>Manejo alternativo de nemátodos fitopatógenos de la guayaba en Calvillo, Aguascalientes</b> .....	38
Lorena Mendoza Romero, Catarino Perales Segovia, Héctor Silos Espino, Ernesto González Gaona	
<b>Evaluación de la variedad <i>nebbiolo fino</i> (<i>Vitis vinifera</i> L.), en cinco portainjertos de vid en Zacatecas</b> .....	43
Ambrosio Franco Bañuelos, José Hernández Martínez, Jorge Armando Mauricio Castillo, José Manuel Pinedo Espinoza, Pedro Zesati del Villar, Juan Manuel Valenzuela Delgado	
<b>Aplicación de fitotecnologías para la remediación de desechos de la mina El Bote, Zacatecas</b> .....	48
Eliazar Astorga Espinoza, Guillermo Rodríguez Hernández, Francisco Román García, Edgar Esparza de León, Francisco Javier Cabral Arellano	
<b>Determinación de características fisicoquímicas de guayaba silvestre (<i>Psidium guineense</i> y <i>P. sartorianum</i>)</b> .....	53
Silvia Enríquez Nava, Luis Lorenzo Valera Montero, Héctor Silos Espino, Silvia Flores Benítez, José Saúl Padilla Ramírez	
<b>Caracterización de los sistemas de producción bovina en las principales provincias productoras de leche en República Dominicana</b> .....	58
Phamela Acosta Pérez, Leticia Medina Esparza, Carlos Cruz Vázquez	
<b>Evaluación nutricional de la vaina del mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>)</b> .....	63
Leslya Ivonne Soria Rodríguez, Ignacio Mejía Haro, Mónica González Reyes, José Manuel Martínez Mireles	
<b>Valor nutricional del bagazo de manzana fermentado con subproductos agropecuarios para la alimentación de borregos en engorda</b> .....	67
Ignacio Mejía Haro, Maritza De Alba González, Mónica González Reyes, José A. Aguilar Nieto, José Manuel Martínez Mireles, José Mejía Haro	

## CIENCIAS BIOMÉDICAS ..... 73

### **Factores asociados a la caries de la infancia temprana en cinco estancias infantiles de la ciudad de Zacatecas. 2014** ..... 75

Rosa María Martínez Ortiz, Jesús Andrés Tavizón García, María Glafira Villalobos Macías, Yajaira Luna Rodríguez, Ramona de la Cruz Hernández Puga

### **Protección radiológica en unidades de rayos X dentales** ..... 81

Héctor René Vega Carrillo, Consuelo Letechipía De León, Víctor Martín Hernández Dávila, Eduardo Medrano Cortés

### **Sobrepeso y obesidad en niños en edad preadolescente: factores de riesgo** ..... 86

Leticia Adriana Ramírez Hernández, Juan Martínez Ortiz, Manuel Delgadillo Vargas

## CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN ..... 91

### **Los Baños Grandes de Ojocaliente. Arquitectura, historia y urbanización** ..... 93

Alejandro Acosta Collazo, Marco Alejandro Sifuentes Solís

### **Efecto del refuerzo con fibras de carbono en las propiedades mecánicas del concreto** ..... 99

María de Lourdes Oliván Tiscareño, Rosa Elena García Saldívar, Raúl Barrón Corvera, Edgar Pérez Torres, José L. Echavarría Santiago, Ángel Rivera Flores, Roberto Ortiz Cid

### **Propuesta de un modelo de usos y destinos del suelo para la zona metropolitana de Aguascalientes** ..... 105

Óscar Luis Narváez Montoya, Rodrigo Franco Muñoz, Arnoldo Romo Vázquez, Rogelio Tiscareño Silva

### **Lectura de la estructura espacial urbano-arquitectónica del Parque Industrial Querétaro** ..... 110

Tonahtuic Moreno Codina, Netzahualcóyotl López Flores, Mónica Susana De la Barrera Medina

### **Evolución y funcionamiento del espacio público urbano colectivo en la ciudad de Aguascalientes: su tránsito desde el entorno histórico al condominio residencial** ..... 115

Rodrigo Franco Muñoz

### **Las personas mayores como usuarios de los espacios públicos de la ciudad de Aguascalientes: propuestas y recomendaciones** ..... 123

Óscar Luis Narváez Montoya

## CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS ..... 129

### **Valores y código de ética como estrategias administrativas en empresas de Aguascalientes** ..... 131

Laura Romo Rojas, Felipe de Jesús Salvador Leal Medina, Rosa Mayela Mendoza Esparza

### **Calidad de los servicios administrativos en una institución de educación superior del estado de Aguascalientes, México** ..... 137

Rosa Martha González Delgadillo, Carmen Estela Carlos Ornelas, Lisandro Alvarado Peña

### **El proceso de sucesión y sus efectos organizacionales en las empresas familiares de Aguascalientes** ..... 143

Jorge Humberto Macías Macías, Carmen Estela Carlos Ornelas

### **Emprendedores, innovación y crisis** ..... 149

Enrique Leonardo Kato Vidal, Citlali Martínez Occhipinti

## CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS ..... 155

### **Biodiversidad de la estación biológica Agua Zarca** ..... 157

Jorge Martínez Martínez, Jaime Escoto Rocha, Marcelo Silva Briano, Gilfredo De la Riva Hernández, José Jesús Sigala Rodríguez, Felipe Tafoya Rangel

<b>Desarrollo de un método DOT BLOT para detectar estreptomicina en agua residual.....</b>	162
Norma Angélica Chávez Vela, Eva María Salinas Miralles, Juan Jáuregui Rincón, Iliana Ernestina Medina Ramírez, José Luis Moreno Hernández Duque, Ivonne Chaidés Zúñiga, Verónica Moreno Córdova	
<b>Análisis de la presencia de genes que intervienen en la síntesis de pigmentos en <i>Opuntia</i> spp. ....</b>	168
Rosalba Escalera García, Héctor Silos Espino, Silvia Flores Benítez, Juan Florencio Gómez Leyva	
<b>Importancia del hierro para el enrutamiento del metabolismo de <i>Clostridium acetobutylicum</i> ATCC 824 hacia la producción de butanol.....</b>	173
Juan Jáuregui Rincón, Victoria Rosalía Durán Padilla, Norma Angélica Chávez Vela, Gustavo Dávila Vázquez, José Raunel Tinoco Valencia, Leobardo Serrano Carreón	
<b>Plantas silvestres con potencial para tolerar y acumular As y Pb en jales de mina en Sombrerete, Zacatecas .....</b>	178
Rosa Puente Cuevas, Luz Adriana Segura Camargo, Héctor René Vega Carrillo, David Enríquez Enríquez, Miguel Ángel Salas Luévano	
<b>Desempeño y comparación del centelleo líquido y del conteo por efecto Cerenkov para cuantificar <sup>40</sup>K en muestras acuosas.....</b>	185
Liliana Miranda Castro, J. Ignacio Dávila Rangel, Hugo López del Río, Fernando Mireles García, José Luis Pinedo Vega, Ana Karen Cuevas Jaramillo	
<b>Diseño de un reactor nuclear subcrítico a base de torio.....</b>	191
Diego Medina Castro, Laszlo Sajó Bohus, Pablo Luis Hernández Adame, Johanna Lizbeth Rodríguez Ibarra, Consuelo Letechipía De León, Héctor René Vega Carrillo	
<b>Respuesta de los materiales termoluminiscentes a rayos X de 100 keV .....</b>	196
Johanna Lizbeth Rodríguez Ibarra, Diego Medina Castro, Pablo Luis Hernández Adame, Héctor René Vega Carrillo, Teodoro Rivera Montalvo	
<b>Un modelo bayesiano para datos de degradación lineal .....</b>	201
Silvia Rodríguez Narciso, J. Andrés Christen, Netzahualcóyotl Castañeda Leyva	
<b>Análisis de tiempos de supervivencia y eventos recurrentes para pacientes con cáncer de mama.....</b>	207
Angélica Hernández Quintero, Rubí Romero Ayala	
<b>Modelo de longevidad de Gompertz Makeham .....</b>	213
Netzahualcóyotl Castañeda Leyva, Silvia Rodríguez Narciso	
<b>Comparación de dos modelos sigmoidales aplicados a la evolución de la epidemia del sida en México.....</b>	218
Juan Martínez Ortiz, Leticia Adriana Ramírez Hernández, Jesús López Gamboa	
<b>Diseño Monte Carlo de un sistema nuclear para la detección de ciclotrimetilentrinitramina mediante neutrones .....</b>	225
Pablo Luis Hernández Adame, Diego Medina Castro, Johanna Lizbeth Rodríguez Ibarra, Miguel Ángel Salas Luévano, Héctor René Vega Carrillo	
<b>Adsorción de UO<sub>2</sub><sup>2+</sup> en perlita no expandida.....</b>	230
Ana Karen Cuevas Jaramillo, J. Ignacio Dávila Rangel, Hugo López del Río, Fernando Mireles García, Carlos Ríos Martínez, Liliana Miranda Castro	
<b>CIENCIAS SOCIALES, ARTES Y HUMANIDADES .....</b>	<b>235</b>
<b>Memorias del bachillerato: experiencias juveniles que se resignifican .....</b>	237
José Matías Romo Martínez, Aurora Terán Fuentes, Alejandro Márquez Díaz del Castillo	
<b>Resultados de la tutoría individual en los alumnos de la UPA.....</b>	242
Raúl Alejandro Gutiérrez García, Adrián Ábrego Ramírez, Karina Elizeth Armas de Santos, Sandra Patricia Flores Esquivel, José Antonio Saldívar Cervantes, Eric Fernando Hidalgo Romo, Ma. de Lourdes Y. Margain Fuentes	
<b>Comprensión lectora en universitarios de humanidades e ingeniería .....</b>	246
Aidé Trinidad Vital Caballero, María Teresa Dávalos Romo, Alma Yadira Aguilar Zedeño	

<b>El problema del sentido del mal y del sufrimiento ante la presencia y la ausencia divina.....</b>	251
Rodolfo Bernal Escalante, Juan José Láziz Durón, Jorge Alfonso Chávez Gallo	
<b>Identidad, autonomía y bien natural en Harry G. Frankfurt.....</b>	257
María Teresa Enríquez Gómez	
<b>El ideal porfiriano de la mujer a través del periódico local <i>El instructor</i>* .....</b>	263
Aurora Terán Fuentes	
<b>México como fe, como esperanza y como caridad. Pasado recordado, presente vivido y futuro deseado de la nacionalidad mexicana, en los historiadores mexicanos .....</b>	269
Benjamín Flores Hernández	
<b>Preposiciones y régimen en el español alfonsí.....</b>	274
Cristina Eslava Heredia, Blanca Elena Sanz Martin	
<b>Los verbos de percepción como estrategias evidenciales .....</b>	279
Blanca Elena Sanz Martin, Cristina Eslava Heredia	
<b>Rescate del periodismo del siglo XIX. Proceso esencial para el estudio de la literatura en Hispanoamérica .....</b>	286
Francisco J. Fernández Martínez	
<b>Comparativo de procesos cognitivos en adultos mayores que viven en abandono y grupos de INAPAM.....</b>	291
Aidé Trinidad Vital Caballero, María Carolina Haro Campos	
<b>Estado nutricional asociado a la práctica de actividad física en adultos mayores adscritos a un hospital de segundo nivel del estado de Zacatecas.....</b>	296
Roxana Araujo Espino, Perla María Trejo Ortiz, Fabiana Esther Mollinedo Montaño, Juanita Solís Díaz	
<b>Asociación entre los estilos de crianza parental y el exceso de peso en escolares .....</b>	301
Perla María Trejo Ortiz, Esther Revilla Belmontes, Patricia Sánchez Vidaña, Lucía Elena Araiza Ibarra, Roxana Araujo Espino, Fabiana Esther Mollinedo Montaño	
<b>El diseño gráfico. Las transformaciones tecnológicas de una profesión creativa .....</b>	306
Mónica Susana De la Barrera Medina	
<b>INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>313</b>
<b>Diagnóstico de fallas eléctricas de estator en motores de inducción (MI) trifásicos mediante modelos autorregresivos (AR) de bajo orden.....</b>	315
Francisco Miguel García Guevara, Francisco Javier Villalobos Piña, Ricardo Álvarez Salas	
<b>Uso de la herramienta wavelet de Haar para detección de fallas eléctricas en motores brushless en aplicaciones de vehículos eléctricos.....</b>	321
Víctor Arturo Maldonado Ruelas, Francisco Javier Villalobos Piña, Ricardo Álvarez Salas	
<b>Algoritmo evolutivo en relajación neuromuscular residual.....</b>	327
María Dolores Torres Soto, Aurora Torres Soto, María de la Luz Torres Soto, Leticia Bermúdez Rosales, Eunice Esther Ponce de León Sentí	
<b>Implementación de un sistema de predicción de falla de resistencias eléctricas basado en lógica difusa para un horno de sostenimiento de aluminio .....</b>	333
Jorge Calzada Gómez	
<b>Optimización de función costo en el cálculo de los coeficientes de señal física a partir de un algoritmo genético dentro de la interferometría óptica .....</b>	339
Héctor Ulises Rodríguez Marmolejo, Miguel Mora González, Jesús Muñoz Maciel	
<b>Diseño y prototipo de un viscosímetro didáctico universal Saybolt.....</b>	343
Carlos Humberto Saucedo Zárate, Ernesto Gutiérrez Jiménez, Carlos Sánchez López, Mario Salvador Esparza González, Luis Antonio Castañeda Ramos	

<b>Respuesta de un centellador de Nai(Tl)</b> .....	349
Héctor René Vega Carrillo, Víctor Martín Hernández Dávila, Consuelo Letechipía De León, Miguel Ángel Salas Luévano	
<b>Reactor nuclear subcrítico con cilindros concéntricos de uranio natural</b> .....	354
Claudia Rafela Escobedo Galván, Héctor René Vega Carrillo, Víctor Martín Hernández Dávila	
<b>Estrategia de integración de TIC en una asignatura de las escuelas de negocios</b> .....	358
María Guadalupe Carbajal Jara, Ricardo Castañeda Martínez	
<b>Comparación de estrategias para la gestión de la calidad en objetos de aprendizaje*</b> .....	364
César Eduardo Velázquez Amador, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Jaime Muñoz Arteaga, Pedro Cardona Salas, Cristina Juárez Landín, Francisco Javier Pinales Delgado	





## **PRESENTACIÓN**

Del 23 al 25 de junio de 2015 se llevó a cabo en el Campus Central de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) el 16° Seminario de Investigación. Durante tres días se presentaron 318 trabajos, 279 bajo la modalidad de ponencia y 39 de cartel, agrupados en siete áreas del conocimiento y 66 disciplinas. El evento reunió a investigadores de la propia Universidad, quienes aportaron 53% de los trabajos, así como de otras instituciones de educación superior y centros de investigación de Aguascalientes y otros estados del país.

La conferencia inaugural del Seminario estuvo a cargo del Dr. Eugenio Cetina Vadillo, director del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Además, en esta ocasión, durante la ceremonia de clausura, se entregó el Premio Universitario al Mérito en investigación 2015; este premio, instituido desde 1993 por la UAA para reconocer el trabajo de investigación de sus académicos, se entrega cada dos años, convocando en una ocasión a los investigadores de las áreas Económico-Administrativas, Sociales y Humanidades, Arte y Cultura y Diseño, Arquitectura y Urbanismo, y en otra a los que desarrollan proyectos de investigación en las áreas de Ciencias Naturales y Exactas, Agropecuarias, de la Salud e Ingenierías y Tecnologías. Correspondió a esta última en 2015; los evaluadores, especialistas externos a la institución decidieron otorgar el reconocimiento de Investigador Consolidado a la Dra. Eva María Salinas Miralles, profesora del Depto. de Microbiología del Centro de Ciencias

Básicas, el de Investigador Avanzado al Dr. Marcelo Silva Briano, del Depto. de Biología del mismo centro, y el de Investigador que Inicia al Dr. Alberto Margarito García Munguía, profesor del Depto. de Fitotecnia del Centro de Ciencias Agropecuarias. Cada categoría tiene sus requisitos, pero en conjunto, se trata de reconocer y alentar el trabajo de investigación que se realiza al interior de la universidad y en el caso particular de las dos primeras categorías, la trayectoria de los premiados en la generación y aplicación de conocimiento, la cual incluye usualmente la formación de jóvenes estudiantes de pregrado y posgrado.

La presente memoria compendia una parte de las ponencias presentadas en el 16° Seminario de Investigación; se trata de 61 trabajos en versión extensa que después del arbitraje realizado por pares académicos fueron aceptados para su publicación. Tras ser impresa en papel durante varios años, por primera ocasión la memoria se edita en formato electrónico, lo cual, entre otras ventajas, deberá hacer más expedita la consulta de los textos que sean de interés del lector.

Tanto el Seminario como esta publicación dan cuenta de la importancia de la investigación para la UAA. Constituyen, cada uno con su formato, espacios o foros para la difusión del conocimiento científico y tecnológico que se desarrolla por sus investigadores, al igual que del de aquellos otros académicos a los que el evento logró convocar. La ciencia crece en la medida en que sus frutos se socializan; en este sentido, la Memoria del 16° Seminario de Investigación de la UAA se suma al siempre creciente acervo de publicaciones que enriquecen el conocimiento del mundo natural y social, a la espera de que su contenido sea de utilidad para enriquecer una tarea que nunca acaba porque siempre hay más preguntas por responder.

**Dra. Guadalupe Ruiz Cuéllar**

Directora General de Investigación y Posgrado

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**EXPOSICIONES ORALES Y CARTELES**



**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**



## PLAGAS DE LA VID EN AGUASCALIENTES

**Felipe Tafoya Rangel<sup>1</sup>, Jaime Escoto Rocha, Catarino Perales Segovia, Ernesto González Gaona**

**Palabras clave:** viticultura, trampas, muestreo, Aguascalientes.

### INTRODUCCIÓN

La llegada de la vid al continente americano ocurrió con el arribo de los colonizadores españoles (1524), a quienes se les ordenó plantar viñas según el número de encomendados y terminó su primer auge luego que la corona española en tiempos de Felipe II (1595) prohibiera los viñedos en la Nueva España. Es hasta después del periodo independentista en donde, aunado al gusto de vida afrancesada en la época porfirista (finales del siglo XIX), se importaron nuevamente cepas desde Europa y se plantaron en cada estado de la República, proyecto que se vio nuevamente truncado con la Revolución (De la Garma de la Rosa, 2012). En la época Contemporánea México ingresó a los organismos de libre comercio y dejó atrás la época del proteccionismo comercial. En 1954 se forma la Asociación de Vitivinicultores de Aguascalientes, A. C., en donde también aparecieron pioneros que desarrollaron la viticultura en el estado hasta cerca de las 13,000 ha de viñedos en 1981.

Desde el punto de vista social, el cultivo sigue siendo importante por los jornales que requiere a lo largo del año; además de requerir mano de obra especializada en la poda, cosecha y procesamiento de la vid en sus variantes de uva de mesa, uva pasa, vinos de mesa y destilados vínicos. Según el servicio de información agropecuaria y pesquera durante el año 2013, el estado de Aguascalientes tuvo una superficie sembrada del cultivo de la vid de 827 ha con un valor de producción cercano a los 40 millones de pesos y una producción de 10,524 t y un registro de 244 productores en la entidad (SAGARPA, 2014).

La vid, como cualquier cultivo bajo condiciones de manejo intensivo, no escapa al ataque de plagas y enfermedades que reduce la longevidad y nivel de productividad de las plantaciones. Las plagas principales reportadas en el estado de Aguascalientes son trips (*Frankliniella occidentalis*), pulgón (*Phylloxera vastatrix*), araña roja (*Oligonychus vitis*), descarnador de la hoja (*Harrisina brillians*) y barrenador de la madera (*Sinoxylon sexdentatum*). Los productos reportados para su control son el Paratión, Paratión metílico, Plictrán y una mezcla de Azodrin+Sevín (INIFAP, 2009), varios de ellos organofosforados que califican como extremadamente tóxicos (SAGARPA, 2012).

<sup>1</sup> Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: [ftafoya@correo.uaa.mx](mailto:ftafoya@correo.uaa.mx)

Hasta el momento, en Aguascalientes se cuentan con estudios fitopatológicos en el cultivo de la vid con trabajos en la década de los ochenta y algunos estudios de enfermedades parasitarias de la vid (Valle, 1981), así como una referencia sobre ácaros de la vid (Jiménez Rivera, 1984). Producto de este estudio se publicó el primer manual sobre las plagas de la vid en Aguascalientes.

## METODOLOGÍA

### Recolección y muestreo de insectos plaga

Los ejemplares plaga que se presentan en este manual fueron producto de colectas realizadas durante el año 2013, tanto por personal de la Universidad Autónoma de Aguascalientes como del INIFAP. Dentro de los polígonos de muestreo se dispusieron los diferentes tipos de trampa de forma diagonal y se colocó un grupo de trampas en cada estación de muestro (Figura 1). Cada grupo de trampas estuvo compuesto por:

**a) Trampa pegajosa.** Considerada como un método “generalista” para registro de cualquier insecto presente en los viñedos, su espectro comprende desde insectos incidentales por actividades pecuarias (moscas domésticas) hasta una consistente captura de especies plaga de la vid como la chicharrita de la vid (*Homalodisca* sp.).

**b) Trampa de escarabajo japonés.** Se considera para insectos con amplia capacidad de vuelo, de forma tal que en su trayectoria de desplazamiento “choquen” con la parte superior de la planta y caigan dentro del contenedor inferior. En este caso el proveedor entregó el material con atrayentes alimenticios que estuvieron activos en los primeros periodos de muestreo y capturaron principalmente abejas y abejorros (himenópteros) de los que se tiene bien ubicada su función polinizadora. En el listado de especies asociadas (no plagas) permitió el registro de las especies de mayor incidencia en Aguascalientes.

**c) Trampa a nivel de piso.** Este tipo de trampa tuvo la finalidad de registrar el paso de insectos en la zona cercana a la base de la parra. Estos individuos se caracterizan por no tener la capacidad de vuelo de otros insectos registrados en los otros tipos de trampas. Dentro de las posibilidades de colecta se encuentra la filoxera (Hemiptera: Phylloxeridae) en su forma sin alas (áptera) y de dispersión (aladas); así como cualquier otro organismo cuyo modo de colonizar la planta fuese el desplazamiento a través del tronco.

**d) Red entomológica.** Esta es una técnica dirigida, donde quien muestrea, y dependiendo de los daños observados sobre zonas específicas del viñedo, amplía el esfuerzo de colecta de manera activa, con la finalidad de tener un espectro completo de las especies de insectos presentes. En ciertas épocas del año, sitios y zonas de muestreo se muestrearon con mayor intensidad para registrar el mayor número de organismos. Dentro del proyecto se pudo contar con una trampa tipo Malaise (Figura 1d), misma que fue instalada en el rancho Aurora, por ser el predio de mayor extensión y opciones de captura.

Todos los ejemplares colectados por las diversas metodologías e instrumentos de colecta se colocaron en frascos con alcohol al 70%, previamente etiquetados para su traslado e identificación en el laboratorio. El procesamiento del material se efectuó en la Colección Zoológica de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) por parte del M. C. Jaime Escoto Rocha y sus estudiantes. Para el trabajo taxonómico se emplearon microscopios óptico y estereoscópico, dicho trabajo se fundamentó en bibliografía especializada como Arnett (1985); Borror, Triplehorn y Jonson (1992), Domínguez (1994), Guzmán (1994), Wharton (1998) y White (1983).

Para el procesamiento de datos se obtuvieron listados de especies por sitio de muestreo y tipo de trampa.





**Figura 1.** Tipos de trampas empleadas en el muestreo de insectos asociados al cultivo de la vid en Aguascalientes. a) trampa pegajosa (TP), b) trampa de escarabajo japonés (TEJ), c) trampa de caída (TC) y d) red entomológica (Malaise) (RE). Fotografías de Felipe Tafoya.

También se establecieron las comparaciones entre localidades, la misma localidad en diferentes épocas del año; así como la abundancia de entomofauna en relación con los factores climáticos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Descripción de las principales plagas de la vid en Aguascalientes

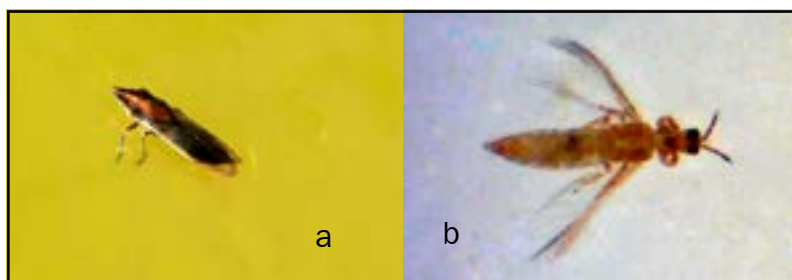
**Descarnador de la vid *Harrisina brillans* (Lepidoptera: Zygaenidae).** Defoliador generalista de los viñedos, parras silvestres y algunos otros hospederos. Originalmente distribuido desde Arizona, Nuevo México, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Aguascalientes. Sus poblaciones se expanden lentamente pues los adultos suelen permanecer dentro de las áreas de su desarrollo larvario hasta que las parras están severamente defoliadas. Las polillas adultas presentan un color negro azulado o verdoso metálico y suelen volar durante el día. La longitud del cuerpo es sobre 1.5 cm y la envergadura es de 2.5 a 3.3 cm. Están reportadas hasta tres generaciones por año en sitios con infestación: los huevecillos color amarillo pálido son colocados en racimos sobre el envés de las hojas y después de la eclosión, las larvas (con cinco estadios) se alinean y se alimentan de la parte inferior de la hoja. Durante las primeras etapas son color crema, en la tercera etapa color marrón. Para la cuarta y quinta etapas son amarillas con bandas negras. Las larvas tienen largos mechones color negro con capacidad urticante. Cuando las larvas completan su ciclo se desplazan hacia la corteza suelta o hacia el suelo donde forman un capullo para pupar.



**Figura 2.** Adulto (a) y larvas (b) del descarnador de la vid (*Harrisina brillans*) y daño típico sobre el follaje. Fotografías de Felipe Tafoya.

**Chicharrita de la vid (Lepidoptera: Zygaenidae).** Comúnmente conocida como chicharra de alas cristalinas, es un insecto fitófago que se alimenta exclusivamente del xilema. En California (EE.UU.) la especie *Homalodisca coagulata* se ha convertido en un problema económico pues se cree es vector de la bacteria *Xylella* sp., que provoca la enfermedad de Pierce (CESVA, 2014). Sin embargo, para las colectas realizadas en Aguascalientes, esta característica de la chicharra como insecto vector no fue encontrada. El adulto mide aproximadamente de 11 a 13 mm a lo largo predominando el color marrón en la parte dorsal, con negro en el abdomen y bordes color crema. Las ninfas no tienen alas y su cuerpo es similar a los adultos.

**Trips.** Los trips, cuando se presentan en el cultivo de la uva, producen principalmente daño foliar y en algunas ocasiones cicatrices en la cáscara de la uva, producto de su actividad alimenticia. Este daño, sin embargo, sólo ocasionalmente trasciende el umbral económico. La especie considerada como plaga para la zona de Aguascalientes es *Frankliniella occidentalis* (Pergande) cuyo adulto es de cuerpo alargado (1 mm) y alas plumosas replegadas sobre el dorso. Su coloración puede ser desde amarillenta hasta color crema.



**Figura 3.** a) Adulto de chicharra *Homalodisca coagulata* adherido en una trampa pegajosa de color amarillo; b) Trip adulto de *F. occidentalis* con la características alas “plumosas” y cuerpo alargado.

### Plagas ocasionales de la vid

**Pulgones.** La presencia de estos insectos chupadores de la especie *Aphis illinoisensis* fue algo que se detectó ocasionalmente en los viñedos muestreados. Su característica es que tienen una distribución agregada y localizada en las ramas jóvenes de la vid que es donde pueden extraer la savia con mayor facilidad con su aparato succionador. Aunque pueden aminorar el vigor de la planta, durante nuestros muestreos en ningún caso se encontró una planta abatida por pulgones, además que hasta el momento no está reportado como insecto vector de alguna enfermedad.

**Picudo.** Otro de los insectos que tuvo prevalencia en la temporada de trabajo de campo 2014 fue un representante de la Familia Curculionidae, el cual ha sido identificado tentativamente como el género *Otiorhynchus* sp. Las características generales del adulto son una longitud aproximada de 11 mm con tegumento de color negro donde se alternan rayas blancas y negras de adelante hacia atrás a lo largo del insecto. Su cabeza es cónica con pronoto convexo. El daño causado por el adulto se circunscribió a la defoliación de las parras, que en algunos casos alcanzó un porcentaje de entre 15 y 20% del total. Se considera que en grandes números su daño puede ser considerable y requerir de alguna medida de control.

**Filoxera.** Es conocido el efecto negativo que tuvo sobre la viticultura este homóptero a finales del siglo XIX en Europa (Arias Giralda, 1992). Sin embargo, gracias al portainjertos de origen americano la filoxera se ha convertido en un problema menor. El insecto se propaga por las formas aladas y sus ataques se centran en la raíz, donde producen tuberosidades que interrumpen las corrientes de savia y afectan el rendimiento. Para el caso de Aguascalientes, aunque sí se llega a registrar presencia de este insecto picador polimórfico, sus densidades poblacionales no alcanzan un nivel crítico que afecte la producción comercial y que, por ende, se deban implementar programas específicos para su control.

**Ácaros.** Son organismos más relacionados con los arácnidos que se distinguen de los insectos por tener comparativamente un tamaño menor (0.3 mm), ser más lentos, tener el cuerpo segmentado en sólo dos porciones y presentar ocho patas en su estado adulto. Su forma es ovalada, usualmente aplastada y colores de amarillentos a rojizos. El daño que suelen causar a la vid se ubica sobre el follaje y en ocasiones sobre frutos y tallos. Por su tamaño pequeño, su afectación se ubica a nivel celular que sufren la perforación del estilete y son destruidas.

Con respecto a la fluctuación poblacional de las plagas más importantes, se trabajó bajo un esquema de presencia o ausencia durante el año de muestreo y cuyo resultado se reporta en la Tabla 1. Esta información es valiosa pues permite conocer los momentos precisos de incidencia y, en consecuencia, medidas de control de mayor efectividad.

**Tabla 1.** Presencia de las principales plagas de la vid en Aguascalientes de enero a diciembre de 2013

Plagas	Fecha de prevalencia							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Primarias</b>								
Descarnador <b>H. brillians</b>								
Chicharritas Familia Cicadellidae								
Trips <b>Frankliniella occidentalis</b>								
<b>Secundarias</b>								
Filoxera <b>Phyloxera sp.</b>								
Pulgones <b>Aphis sp.</b>								
Ácaros Subclase Acari								

## CONCLUSIONES

De acuerdo a las observaciones realizadas durante dos años de este proyecto se establece que las plagas de mayor prevalencia en los viñedos muestreados en Aguascalientes fueron el descarnador de la vid, varias especies de chicharritas y los trips. Las plagas ocasionales y con menor impacto en los rendimientos fueron los pulgones, la filoxera, los ácaros y un picudo. Cualquier manejo de plagas que se implemente para la viticultura en Aguascalientes deberá ser dentro del marco de estrategias integradas y tanta variedad de métodos culturales, mecánicos, químicos y/o biológicos como sea posible. De esta manera se podrá depender en menor medida de los plaguicidas y minimizar el impacto al medio natural.

## REFERENCIAS

- ARIAS GIRALDA, A. (1992). *Los parásitos de la vid: estrategias de protección razonada*. 3ª ed. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Mundi-Prensa. 304 pp.
- ARNETT, R. H. (1985). *American Insects, a Handbook of the Insects of America North of Mexico*. New York: De Van Nostrand Reinhold Company. 850 pp.
- BORROR, J. D., TRIPLEHORN, C. A. & JONSON, J. F. (1992). *An Introduction to the Study of Insects* (4a. ed.). New York, US: Holt, Rinehart and Winston. 875 pp.
- DE LA GARMA DE LA ROSA, E. (2012). *Vinos & Viñedos del Centro de México*. México: Sé Taller de Ideas. 90 pp.
- DOMÍNGUEZ, R. R. (1994). *Taxonomía I, II, III. Protura a Hymenoptera*. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 305 pp.
- GUZMÁN LARRALDE, A. J. (1994). *Distribución y diversidad de géneros de Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de la región central de México*. Tesis de Maestría. Chapingo, México: Colegio de Postgraduados. 73 pp.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (2009). *Programa Estratégico de Mediano Plazo 2009-2013 del INIFAP Aguascalientes*. Documento mimeografiado. 106 pp.

JIMÉNEZ RIVERA, C. F. (1984). *Estudio preliminar de la acarofauna en vid (Vitis vinifera L.) en el valle de Aguascalientes*. Tesis de Licenciatura. Aguascalientes, México: UAA. 80 pp.

VALLE, G. P. (1981). *Principales enfermedades parasitarias de la vid en Aguascalientes* (Folleto Técnico No. 4). Aguascalientes, México: INIFAP Campo experimental Pabellón. 21 pp.

WHARTON, R. A., MARSH, M. P. Y SHARKEY, J. M. (Eds.). (1998). *Manual para los Géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo*. Washington, EE.UU.: The International Society of Hymenopterists. 447 pp.

WHITE, R. E. (1983). *A Field Guide to the Beetles*. Boston,US: Houghton Mifflin Company. 368 p.

### **Dictiotopografía**

CESVA (COMITÉ DE SANIDAD VEGETAL DE AGUASCALIENTES) (2014). *Tripticos Inocuidad Agrícola. Enfermedad de Pierce*. [Documento en línea]. Recuperado el 3 de octubre de 2014, de <http://cesva.org.mx/wp-content/uploads/2013/05/Triptico-Enfermedad-de-Pierce-finalbw.pdf>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)-(2012). SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) [Portal electrónico]. Recuperado el 20 de febrero de 2012, de <http://www.senasica.gob.mx>

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2014). SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera) [Portal electrónico]. Recuperado el 3 de octubre de 2014, de <http://www.siap.gob.mx> ]

## EFFECTO DE PLANTAS HOSPEDERAS ALEDAÑAS A CULTIVOS EN LA SUSCEPTIBILIDAD A INSECTICIDAS DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) BIOTIPO B

Ernesto Cerna Chávez, Yisa María Ochoa Fuentes<sup>1</sup>, Jerónimo Landeros Flores, Hernández Martínez, Omegar Hernández Bautista, Luis Aguirre Uribe

**Palabras clave:** mosquita blanca, susceptibilidad a insecticidas, hospederos, enzimas detoxificativas.

### INTRODUCCIÓN

*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotipo B provoca pérdidas económicas, y está catalogada como una de las plagas más importantes del mundo (De Barro, 2005). En los estados de ninfa y adulto causa daño directo al succionar la savia, e indirecto con la secreción de mielecilla, que propicia el desarrollo de hongos que dificultan la fotosíntesis afectando el vigor del hospedero. Sin embargo, el daño más severo lo causa como vector de virus (Byrne & Bellows, 1991). En México, la especie *B. tabaci* biotipo B es una de las plagas que más daño ocasiona, principalmente a los cultivos de hortalizas (Holguín Peña, Hernández Montiel & Latisnere Barragán, 2010; Ellsworth). Su control se ha basado principalmente en la aplicación de plaguicidas, pero el uso indiscriminado de estos ha dado lugar al desarrollo de problemas de resistencia (Naveed, 2006).

Se ha demostrado que los hospederos influyen en la susceptibilidad de ciertos artrópodos a los plaguicidas. El alimento puede influir en la susceptibilidad de dos formas, la primera es por la cantidad y la calidad de alimento que se ve reflejado en el peso y tamaño del insecto; la segunda es por la presencia de metabolitos secundarios presentes en las plantas que el insecto es capaz de asimilar, al alterar su sistema enzimático de degradación (Yu, 1982). Por lo anteriormente expuesto, *B. tabaci* se muestra como una especie candidata a presentar una resistencia inducida como resultado del hospedero. El objetivo de esta investigación fue evaluar la susceptibilidad y los niveles enzimáticos de *B. tabaci* criada sobre diferentes hospederos, utilizando como bioindicador al insecticida imidacloprid.

<sup>1</sup> Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.  
Correo electrónico: yisa8a@yahoo.com

## METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Para el establecimiento del pie de cría de *B. tabaci* biotipo B se realizaron seis colectas (una por cada hospedero) en el municipio de Villacorzo, Chiapas (566 m.s.n.m.), en el mes de noviembre de 2012. En la zona se ubicaron los siguientes cultivos y su maleza asociada infestados de *B. tabaci*: tomate (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae), Maleza I (*Solanum nigrum*, Solanaceae), frijol (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae), Maleza II (*Melampodium divaricatum*, Asteraceae), calabaza (*Cucurbita* spp., Cucurbitaceae) y Maleza III (*Heliotropium angiospermum*, Boraginaceae). Para cada cultivo y maleza se recolectaron al menos 200 hojas infestadas con ninfas de *B. tabaci*, en 10 puntos al azar y se realizaron 100 pasadas con la red entomológica en un rango de 100 m lineales para la captura de adultos. El material biológico recolectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola de la UAAAN, donde se colocó en jaulas de cría (una cama para cada cultivo y maleza, con plantas de dos meses de edad) de 2.5 x 1 m, cubiertas con tela organza. La cría de esta especie se realizó bajo condiciones de invernadero con  $26 \pm 4$  °C de temperatura, HR de 70% y 14:10 h luz: oscuridad.

Los bioensayos se realizaron de acuerdo con la técnica de inmersión de hoja para mosquita blanca con ligeras modificaciones (IRAC, 2009). Las hojas se sumergieron durante 5 s en la concentración respectiva de insecticida. Las hojas tratadas se dejaron secar en papel absorbente y posteriormente se colocaron en recipientes de plástico de 20 x 20 cm, con papel húmedo. Las condiciones del bioensayo fueron de  $24 \pm 2$  °C de temperatura, 60% de H.R. y 12:12 horas luz: oscuridad. El insecticida utilizado fue el Imidacloprid (Picador 70 PH® 350 gr de i.a. L<sup>-1</sup>, neonicotinoide). Para la preparación de las diferentes concentraciones se utilizó agua destilada y el producto Bionex® como dispersante, en una proporción 1mL: 1L de agua. Se establecieron seis concentraciones, además se realizaron tres repeticiones de cada bioensayo y cada repetición incluyó un testigo de agua con bionex.

Las concentraciones utilizadas fueron de 100, 250, 500, 1000, 1500 y 2000 p.p.m. La mortalidad de las ninfas se registró después de 24 h de tratamiento. Se consideró ninfa muerta aquella que estaba deshidratada, con cambio de coloración o sin movimientos. Una vez registrada la relación concentración-mortalidad para cada insecticida, por cultivo y maleza, se estimaron los correspondientes valores de Concentración Letal 50 y 95 (CL<sub>50</sub> y CL<sub>95</sub>) mediante el método de máxima verosimilitud (Finney, 1971) mediante el programa SAS System para Windows ver 9.0. Para determinar el nivel enzimático se utilizaron las seis poblaciones de cada uno de los hospederos, para realizar pruebas de las enzimas  $\alpha$  y  $\beta$ -esterasas. Todas las pruebas se corrieron por triplicado en placas de 96 pozos y fueron leídas mediante el lector de microplacas Stat fax-2100â.

Los reactivos utilizados fueron tampón fosfato de potasio a 0.05 M y pH 7.2 (BFP),  $\alpha$  o  $\beta$ -naftil acetato ( $\alpha$  o  $\beta$ NAF), o-dianisidina (OD), albúmina sérica bovina (ASB). Para esto, primero se determinó la cantidad de proteína, utilizando el método de Bradford (1976) modificado por Brogdon (1984), usando como proteína de referencia a la albúmina sérica bovina. Una vez que se determinó la cantidad de muestra en relación con la proteína (100 ninfas de *B. tabaci* = 100  $\mu$ g de proteína/mL), se homogenizó en 100 mL de BFP y se diluyó a 1 mL (Brogdon y Dickinson, 1983). Se prepararon 90 muestras para cada una de las líneas. Se determinaron los niveles de  $\alpha$ -esterasas ( $\alpha$ EST),  $\beta$ -esterasas ( $\beta$ EST), Se utilizaron las metodologías descritas por Brogdon (Brogdon & Dickinson, 1983).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los valores de  $CL_{50}$  del producto imidacloprid en relación con las seis poblaciones. Las poblaciones sobre tomate presentan una  $CL_{50}$  de 179.595 p.p.m. y sobre *S. nigrum* de 168.599 p.p.m.; sobre el frijol la  $CL_{50}$  fue de 102.122 p.p.m., mientras que sobre la maleza *M. divaricatum* fue de 2.282 p.p.m., sobre calabaza se observa una  $CL_{50}$  de 165.937 p.p.m., mientras que sobre la maleza asociada *H. angiospermum* fue de 85.105 p.p.m. El tomate, la calabaza y la maleza *S. nigrum* fueron las que presentaron los valores más altos de  $CL_{50}$  con 179.595, 165.937 y 168.599 p.p.m., respectivamente. El valor más bajo lo presentó la maleza *M. divaricatum* con un valor de 2.282 ppm.

**Tabla 1.** Concentraciones letales medias, intervalos de confianza y proporción de resistencia de *Bemisia tabaci* biotipo B a imidacloprid sobre seis hospederos

Imidacloprid						
Hospedero	n	gl	p.p.m.			
			$CL_{50}$	In. de conf. 95%	$CL_{05}$	$CL_{95}$
<i>Solanum lycopersicum</i>	420	6	179.595	137.758-221.738 a	15.41	2093
<i>Phaseolus vulgaris</i>	420	6	102.122	21.364-190.180 ab	6.657	1567
<i>Cucurbita spp</i>	420	6	165.937	133.250-198.639 a	23.07	1193
<i>Solanum nigrum</i>	420	6	168.599	86.322-252.534 a	21.35	1331
<i>Melampodium divaricatum</i>	420	6	2.282	1.277 - 2.593 c	1.094	3.469
<i>Heliotropium angiospermum</i>	420	6	85.105	47.326-125.491 b	2.642	2741

n: Número de ninfas de cuarto estadio de *B. tabaci*, gl: Grados de libertad. e In. de conf.: Intervalos de confianza. Los valores de  $CL_{50}$  seguidos por letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

En la tabla 2 se presentan los valores máximos de absorbancia de la enzima  $\beta$ -esterasa, de poblaciones de *B. tabaci* desarrolladas en seis diferentes hospederos. Como se puede observar, la maleza II (*Melampodium divaricatum*) y la maleza I (*Solanum nigrum*) fueron las que presentaron los valores de absorbancia más elevados para las  $\beta$ -esterasas, con absorbancias de 2.2263 y 2.1167, el tomate presentó absorbancias de 1.5018 y se ubicó en el segundo grupo por la presencia de dicha enzima; las lecturas de la calabaza y la maleza III (1.2230 y 1.3952) formaron un tercer grupo; mientras que el frijol mostró los valores más bajos (1.0205).

**Tabla 2.** Niveles máximos de absorbancia de  $\alpha$  y  $\beta$ -esterasas en *Bemisia tabaci* (Gennadius) desarrollada en seis hospederos

Hospederos	$\beta$ -esterasas	$\alpha$ -esterasas
	media $\pm$ S. D.	media $\pm$ S. D.
<i>Solanum lycopersicum</i>	1.5018 $\pm$ 0.295 b	1.4365 $\pm$ 0.254 b
<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0205 $\pm$ 0.158 d	0.9429 $\pm$ 0.243 c
<i>Cucurbita spp</i>	1.2230 $\pm$ 0.110 c	1.2001 $\pm$ 0.237 b
<i>Solanum nigrum</i>	2.1167 $\pm$ 0.357 a	2.1061 $\pm$ 0.350 a
<i>Melampodium divaricatum</i>	2.2263 $\pm$ 0.354 a	0.9585 $\pm$ 0.391 c
<i>Heliotropium angiospermum</i>	1.3952 $\pm$ 0.535 c	1.2242 $\pm$ 0.259 b

<sup>SD</sup> Desviación Estándar.

En la tabla 2 se presentan los valores de absorbancia para  $\alpha$ -esterasas. Como se puede observar, la maleza I presenta las lecturas más altas con 2.1061, seguido de tomate, calabaza y la maleza III con valores de 1.4365, 1.2001 y 1.2242, respectivamente; el frijol y la maleza II fueron los que presentaron los valores más bajos de absorbancia (0.9429 y 0.9585).

En relación con los resultados de  $CL_{50}$  con el producto imidacloprid, las poblaciones que tuvieron como hospedero al tomate, la calabaza y la maleza *S. nigrum* fueron las que presentaron los valores más altos de  $CL_{50}$  con 179.595, 165.937 y 168.599 p.p.m., respectivamente. El valor más bajo lo presentó la maleza *M. divaricatum* con un valor de 2.282 p.p.m. Al respecto Gutiérrez Olivares et al. (2007) en una población de campo sobre tomate obtuvo una  $CL_{50}$  de 29.8 p.p.m., resultado que es 83.4% menor a lo reportado en este estudio (179.595 p.p.m.). Liang, Tian, Biondi, Deseneux y Gao (2012) reportan una  $CL_{50}$  de 125.10 p.p.m. después de siete generaciones de estar expuesta a neonicotinoides (nitenpyram e imidacloprid); estos resultados son 30% menor a los reportados en esta investigación.

En relación con el cultivo de la calabaza, Xie et al. (2010) trabajaron con una población obtenida de cucurbitáceas, evaluaron el producto neonicotinoide acetamiprid y reportaron una  $CL_{50}$  de 124 p.p.m., resultados inferiores 25% a los reportados en esta investigación. En relación con el valor elevado de  $CL_{50}$  de la maleza *S. nigrum* (168.599 p.p.m.), presenta metabolitos secundarios con efecto insecticida como la solasonina, solanigrina, solasodamina, solamarina, glucoalcaloides, asparagina, taninos, saponinas, esteroides y triacotano, que la mosquita blanca tiene que detoxificar (Correa & Bernal, 1990). También podemos mencionar que las poblaciones desarrolladas en tomate y calabaza presentaron los valores más altos de  $CL_{50}$ . Esto posiblemente se debe a que en el cultivo del tomate se realizan un elevado número de aplicaciones del producto por temporada. Al respecto, se han documentado varias especies de insectos con resistencia a dicho tóxico. Por ejemplo, Zhao, Liu & Brown (1995) en *Frankliniella occidentales* y Gorman et al. (2007) en *Trialeurodes vaporariorum* mencionan un incremento en la proporción de resistencia de 14 o 159 veces, dependiendo del número de aplicaciones por temporada. De este modo, Liang et al. (2012) reportan una  $CL_{50}$  de 7.34 p.p.m. en la F0 y de 125.10 p.p.m. después de siete generaciones de estar expuesta a neonicotinoides (nitenpyram e imidacloprid).

En relación con la cantidad de enzima, Tian y Guo (1996) utilizando diferentes plantas hospederas como dieta para evaluar plaguicidas en *Heliothis armígera*, encontraron un aumento general de actividad de esterasas, afectando procesos metabólicos de detoxificación. Al respecto Oppenoorth y Van (1960) encontraron una alta actividad de esterasas y una menor susceptibilidad a insecticidas en la palomilla *Platynota idaeusalis* alimentada con brotes de manzana. Lindroth (1989) reporta los efectos de larvas alimentadas en abedul y nogal, utilizando el intestino medio para determinar la actividad de esterasas. Se encontró que las larvas alimentadas en nogal presentaron 1.8 veces mayor contenido de esterasas que las alimentadas en abedul.

## CONCLUSIONES

Al respecto podemos concluir que el hospedero influye en la tolerancia de *Bemisia tabaci* biotipo B a insecticidas, principalmente a la resistencia inducida que es obtenida a través de las diferentes características fitoquímicas intrínsecas de cada una de las familias que le sirven como hospedero y le proporcionan la capacidad de detoxificar los diferentes plaguicidas mediante el uso de enzimas.

## REFERENCIAS

- BRADFORD, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- BROGDON, W. G. (1984). Mosquito protein microassay-1, protein determinations from small portions of single-mosquito homogenates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 79(3): 457-459.



- BROGDON, W. G. & DICKINSON, C. M. (1983). A microassay system for measuring esterase activity and protein concentration in small samples and in high-pressure liquid chromatography eluate fractions. *Analytical Biochemistry*, 131(2): 499-503.
- BYRNE, D. & BELLOWS, T. S. (1991). Whitefly Biology. *Annual Review of Entomology*, 36(1): 431-457.
- CORREA, J. E. y BERNAL, H. Y. (1990). V. 5. *Baccharis*. En *Especies Vegetales Promisoras de los países del convenio Andrés Bello* (170-236). Bogotá, Colombia: SECAB. *Ciencia y Tecnología*.
- DE BARRO, P. J. (2005). Genetic structure of the whitefly *Bemisia tabaci* in the Asia-Pacific region revealed using microsatellite markers. *Molecular Ecology*, 14, 3695-3718.
- FINNEY, D. J. (1971). *Probit analysis*. 3a. ed. Cambridge, US: Cambridge University Press.
- GORMAN, K., DEVINE, G., BENNISON, J., COUSSONS, P., PUNCHARD, N. & DELHOM, I. (2007). Report of resistance to the neonicotinoid insecticide imidacloprid in *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science*, 63(6): 555-558.
- GUTIÉRREZ OLIVARES, M., RODRÍGUEZ MACIEL, J. C., LLANDERAL CÁZARES, C., TERÁN VARGAS, A. P., LAGUNES TEJEDA, A. y DÍAZ GÓMEZ, O. (2007). Estabilidad de la resistencia a neonicotinoides en *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B de San Luis Potosí, México. *Agrociencia*, 41(8): 913-920.
- HOLGUÍN PEÑA, R. J., HERNÁNDEZ MONTIEL, L. G. Y LATISNERE BARRAGÁN, H. (2010). Identificación y distribución geográfica de *Bemisia tabaci* (Gennadius) y su relación con enfermedades begomovirales en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de Baja California, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*; 28(1): 58-60.
- LIANG, P., TIAN, Y. T., BIONDI, A., DESNEUX, N. & GAO, X. W. (2012). Short-term and transgenerational effects of the neonicotinoid nitenpyram on susceptibility to insecticides in two whitefly species. *Ecotoxicology*, 21, 1889-1898.
- NAVEED, M. (2006). *Estrategias de control para Bemisia tabaci* (Gennadio) en algodón en el Punjab de Pakistán. Tesis doctoral. Universidad Bahauddin Zakariya, Multan.
- TIAN, W. J. & GUO, Y. Y. (1996). Effects of host plant on susceptible to deltamethrin and detoxication enzymes of *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 89(1): 11-14.
- XIE, W., WANG, S., WU, Q., FENG, Y., PAN, H., JIAO, X.,...ZHANG, Y. (2011). Induction effects of host plants on insecticide susceptibility and detoxification enzymes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science*, 67(1): 87-93.
- YU, S. J. (1982). Host plant induction of glutathione S-transferase in the fall armyworm. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 18(1): 101-106.
- ZHAO, G., LIU, W. & BROWN, J. (1995). Insecticidal resistance in field and laboratory strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1164-1170.

### **Dictiotopografía**

- IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) (2009). Susceptibility Test Methods Series: Method 5 "*Bemisia* spp.". Recuperado el 8 de octubre de 2012, de [www.iraconline.org/documents/method5.pdf](http://www.iraconline.org/documents/method5.pdf)

## ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DE LOS PRODUCTORES SOBRE EL CONTROL DEL PICUDO DE LA GUAYABA

Karla Vanessa De Lira Ramos<sup>1</sup>, Ernesto González Gaona, José Saúl Padilla Ramírez, Víctor Manuel Rodríguez Moreno, Roberto Sánchez Lucio, Candelario Serrano Gómez

**Palabras clave:** picudo de la guayaba, *Conotrachelus*, entrevistas, región Calvillo-Cañones.

### INTRODUCCIÓN

El picudo de la guayaba (*Conotrachelus* spp.) es uno de las principales problemas de producción de la guayaba en México y si no se le controla puede ocasionar pérdidas de hasta 60% (González, Lozano, España, Tafoya, Padilla, Perales de la C. y Juárez, 2008). En Calvillo, Aguascalientes, esta plaga cobró importancia a partir de la década de los sesenta (Velázquez y Ramírez, 1983). Es considerada la principal plaga del cultivo en la región Calvillo-Cañones, ya que llega a infestar hasta 70% de la superficie (Villaseñor, 1977). Está ampliamente distribuida en las principales zonas productoras y los productores aplican año con año medidas de combate para reducir las pérdidas.

Los daños por picudo son extremos: o muy altos o muy bajos, predominando estos últimos; sin embargo, son tratados con diferentes números de aplicaciones de insecticidas que varían de tres a 10, lo que resulta en una fuga de capital para el productor, ya que se realizan sin tomar en cuenta la presencia de la plaga, mientras que los daños elevados son consecuencia de descuidos, falta de aplicación, pocos tratamientos y época inoportuna (González, 1989). Su detección es difícil debido a que presenta una coloración criptica, para lo cual se desarrolló el manteo para detectar la presencia e iniciar las medidas de combate.

Se han realizado campañas regionales y estrategias de combate desde la década de los ochenta, las últimas incorporaciones incluyen el manejo orgánico-biológico de la plaga, que se dio a conocer desde 2008 mediante pláticas, cursos y talleres en Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán.

El INIFAP desarrolló esta estrategia de combate de picudo de la guayaba sin productos de síntesis química. Dentro de las estrategias de manejo se encuentran: mecanismos de detección de adultos, alternativas al monitoreo de adultos, control de adultos, productos alternativos para el control de adultos, control cultural y control biológico (González et al., 2008). Sin embargo, se

<sup>1</sup> Programa de Sanidad Forestal y Agrícola, Campo Experimental Pabellón, Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.  
Correo electrónico: ramos.vanessa@inifap.gob.mx

desconoce su grado de adopción o el conocimiento que tienen los productores para el manejo de la plaga. El objetivo del estudio fue determinar si los productores conocen la tecnología del manejo del picudo de la guayaba generada por el INIFAP y si la emplean, así como detectar la necesidad de implementar programas de capacitación a productores para el control de Picudo de la Guayaba.

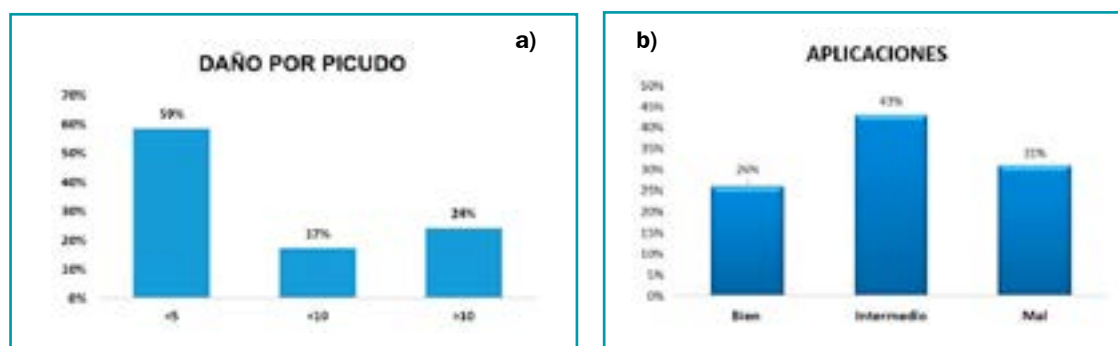
## METODOLOGÍA

Durante la demostración de la variabilidad del germoplasma de guayaba realizada en mayo de 2014 en las instalaciones del Sitio Experimental “Los Cañones”, ubicado en Huanusco, Zacatecas, y en la demostración del 07 de noviembre de 2014 en el lote de validación de las variedades generadas por el INIFAP ubicado en Calvillo, Aguascalientes, se realizaron 59 entrevistas sobre el grado de conocimiento que tenían los productores sobre el manejo del picudo de la guayaba (*Conotrachelus* spp.).

El cuestionario aplicado contenía preguntas sobre los daños ocasionados (porcentaje de daño, tamaño de la huerta y número de cajas afectadas y a que se debieron las pérdidas), épocas de aplicación (número de aplicaciones realizadas por año, cuándo las inicia, si conoce el manto y lo utiliza, si conocía otros medios de detectar la presencia de la plaga, si conoce la diferencia entre un fruto afectado por alimentación y alimentación), biología y hábitos (cuándo emerge el picudo, qué tipo de frutos ataca, si conoce al picudo adulto, si realiza colecta de frutos dañados, qué hace con el fruto dañado), productos utilizados para el control (cuáles productos emplea, quién le realiza las recomendaciones, si pertenece a alguna junta o comité de sanidad, empleo de productos orgánicos), capacitación (asistencia a cursos, talleres sobre el tema, si lo visita algún técnico y de qué dependencia, si tiene referencias escritas y sobre qué temas necesita capacitación). Las respuestas se consideraron como adecuadas o no apropiadas de acuerdo a los señalamientos de la tecnología publicada en el folleto técnico número 39 del CEPAB (González et al., 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

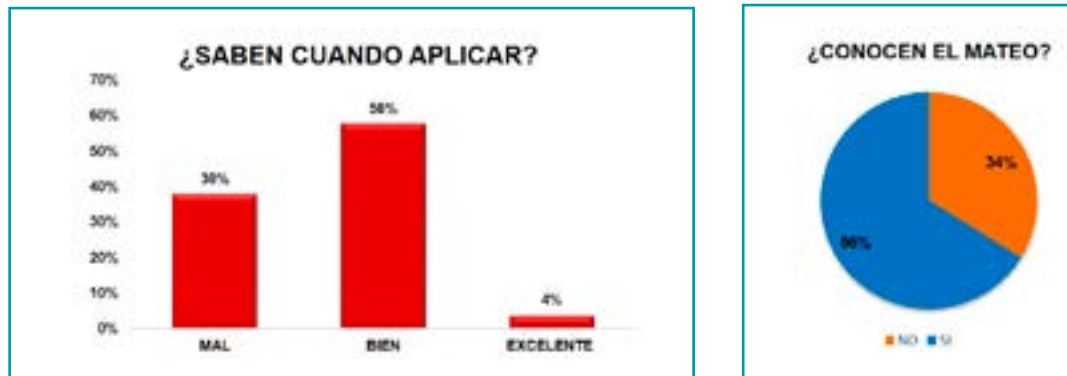
El análisis de datos arrojó que, en general, los daños por picudo son bajos, 60% de los productores de la región del Cañón del Juchipila y Calvillo presenta menos de 5% de daño; sin embargo, esos niveles los mantienen bajos con demasiadas aplicaciones, lo que indica que sigue habiendo una fuga de capital. El 24% reporta más de 10%, lo cual es daño alto (Figura 1a), estos daños son ocasionados por descuidos. El 43% aplica de cinco a siete veces, sigue presentando daños altos y sólo el 26% mantiene los niveles bajos con 4 o menos aplicaciones al año. El 23% de los productores indican que ese daño se debió al picudo de la guayaba, mientras que el resto lo asocian a otras causas. Se considera que el 31% necesita reducir en número de aplicaciones, ya que llegan a hacer hasta 24 aplicaciones al año (figura 1b).



**Figura 1.** a) Porcentaje de daño ocasionado por picudo de la guayaba, b) porcentaje de productores que aplican de forma correcta, intermedio y mal, con relación al número de aplicaciones que realizan durante el año.

La mayoría de los productores sabe cuándo aplicar, pero solo muy pocos toman en cuenta la presencia de la plaga (figura 2a). El 84% conoce al adulto, pero no diferencia los daños por oviposición y alimentación.

Los productores conocen el manteo pero no lo aplican (figura 2b); mencionan que es muy tedioso, por lo que optan por otros medios como el muestreo de frutos o árboles afectados o “escauteo”.



**Figura 2.** a) porcentaje de productores que saben cuándo aplicar, b) porcentaje de productores que conocen el manteo.

Sobre la biología y hábitos del picudo de la guayaba, los productores saben en qué fecha emerge, cuándo ataca al fruto y qué tipo de fruto decide atacar dicha plaga.

Los productores realizan el control cultural destruyendo los frutos afectados, enterrándolos y aplicando cal, lo cual indica que realizan un buen control cultural. Se detectó que el 9% de los productores sigue aplicando productos prohibidos como el Paration y el Tamaron y el resto aplican el único insecticida que cuenta con registro para utilizarse en el cultivo del guayabo en México que es el Malatión.

La mayoría de los productores ya pertenecen a una asociación de productores como la Junta Local de Sanidad Vegetal Calvillo (CESVA) Calvillo. Los técnicos que más acompañan a los productores son los del CESVA y 32% no recibe visitas de ningún técnico.

Los productores solicitan capacitación sobre el picudo de la guayaba.

## CONCLUSIONES

Se considera que se hacen demasiadas aplicaciones, por lo cual se necesita realizar actividades de capacitación sobre el monitoreo de los frutos para determinar inicio de las oviposiciones y con base en eso realizar las aplicaciones. Esto impactaría al menos a 40% de los productores que tienen fuga de capital por aplicar excesivamente.

## REFERENCIAS

- GONZÁLEZ G., E. (1989). *Evaluación de daños por picudo de la guayaba en la región Calvillo-Cañones*. Informe anual de inv. México: SARH-INIFAP-CIFAP-ZAC. Campo Exp. De los Cañones, p. 11.
- GONZÁLEZ G., E., LOZANO G., J., ESPAÑA L., M. P., TAFOYA R., F., Padilla R., J. S., PERALES DE LA C., M. P. y JUÁREZ M., A. (2008). *Estrategias de manejo orgánico-biológico del picudo de la guayaba (Conotrachelus spp.)*. Folleto Técnico Núm. 39, p 35.
- VELÁZQUEZ M., J. y RAMÍREZ, J. J. (1983). *Manejo Integrado del Picudo de la guayaba (Conotrachelus spp.) en la región de Calvillo-Jalpa*. Propuesta de inv. del subproyecto: Manejo integrado de organismos dañinos. México: SARH-INIA-CIANOC-CEPAB y CEDEC, 33 pp.
- VILLASEÑOR L., C. (1977). *Perspectivas del mercadeo de la guayaba (Psidium sp.) en México. (Estudio de caso en Calvillo, Ags)*. Tesis de licenciatura. Chapingo, México: UACH. Pp 16-18.

## MANEJO ALTERNATIVO DE NEMÁTODOS FITOPATÓGENOS DE LA GUAYABA EN CALVILLO, AGUASCALIENTES

Lorena Mendoza Romero<sup>1</sup>, Catarino Perales Segovia, Héctor Silos  
Espino, Ernesto González Gaona

**Palabras clave:** nemátodos fitopatógenos, *Meloidogyne*, control  
alternativo.

### INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) se desarrolla ampliamente en los trópicos donde enriquece la dieta de cientos de millones de personas, por su alto contenido de vitamina C (200-500 mg/100 de fruta), vitamina A (250-400 i.u./100 g de fruta), ácido ascórbico y hierro según Perales, Padilla, González y Reyes (2005); sin embargo, su producción se ve afectada por problemas fitosanitarios, como los nemátodos noduladores del género *Meloidogyne* y la especie problema en varios países es *Meloidogyne incognita*, menciona Abd Rahman (2007), al provocar altos niveles de pérdidas económicas en múltiples cultivos agrícolas en todo el mundo. Aunque estos organismos se han controlado preferentemente con productos de síntesis químicas, el uso excesivo de estas sustancias (nematicidas) provoca gran contaminación al ambiente y perjudica la salud humana de acuerdo con Duncan y Noling (1998).

En la búsqueda de alternativas menos contaminantes se han evaluado productos orgánicos y botánicos para el control de nemátodos en este cultivo, como se encuentra en lo investigado por Cepeda, González, Gallegos, Padilla, Reyes, Perales de la C. M. y Reyes (2003) y Perales, Moya, Berni, Manzanares, Rodríguez, Santana y Aguilar (2003). Sin embargo, estos estudios se han realizado en forma aislada y sin continuidad, cada uno considerando que con la sola aplicación de los bionematicidas se reducen las poblaciones a niveles en que no causan daños económicos. El objetivo en este trabajo fue evaluar diferentes alternativas de control para proponer un programa de manejo de nemátodos fitopatógenos del guayabo mediante control microbiológico y otras alternativas de bajo impacto ambiental.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento en campo en árboles de guayaba, ubicado en la huerta El hule, en el municipio de Calvillo, Aguascalientes, México. Se aplicaron nueve tratamientos (cempasúchil, *Leucaena leucocephala*, quitosano, nemactin, crucíferas + biosolarización, ditera® + biocrack®, ceniza + cal, exakint®, biofertilizante®) y un testigo.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
Correo electrónico: lore.mendozaro@hotmail.com

Primero se muestrearon suelo y raíces de los árboles, se tomó aproximadamente 1 kg de tierra y se depositó en bolsas plásticas con etiqueta, se llevaron a laboratorio para extraer nemátodos por las técnicas de embudo de Baerman y tamizado, centrifugado y flotación; posteriormente se llevó a cabo su identificación. Después de la detección de nemátodos fitopatógenos se realizaron aplicaciones de los tratamientos (tabla 1), en tres repeticiones en un DCA y cuatro aplicaciones (una cada mes). La incorporación de los tratamientos se realizó en los cajetes de los árboles de forma de media luna a una profundidad entre los 30 y 40 cm de profundidad.

**Tabla 1.** Tratamientos y dosis aplicadas por árbol

	Tratamiento	Dosis por árbol
1	Cempasúchil (polvo seco)	300 gr
2	<i>Leucaena leucocephala</i> (infusión de semillas)	500 ml
3	Nemactin®	100 ml
4	Biofumigación con crucíferas (repollo)	3 kg
5	Quitosano	667 ml
6	Ditera® + biocrack (ajo)	90 gr + 100 ml
7	Ceniza + cal	400 gr
8	Testigo	s/a
9	Exakint®	250 ml
10	Biofertilizante®	167 ml

Se evaluaron cinco variables: infestación (número de nemátodos), daño (número de nódulos por 10 cm de raíz), descascaramiento del tallo, brotación y rendimiento. Se revisaron los árboles el mes posterior a las aplicaciones para registrar descascaramiento y brotación, se registró el rendimiento y se tomaron muestras de suelo y raíz, las cuales se revisaron por los métodos anteriormente mencionados.

Se realizó un análisis estadístico de diseño en bloques completamente al azar y se compararon las medias entre los tratamientos para determinar su porcentaje de éxito. Los datos obtenidos de las variables de respuesta fueron sometidos a un análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el experimento de campo, de acuerdo con los resultados obtenidos, los mejores tratamientos en cuanto a menor daño en raíz (tabla 2) y porcentaje de éxito de éstos (figura 1) fueron: exakint (45.26%), cempasúchil (72.17%), ditera + biocrack (73.21%) y nemactin (83.58%). En cuanto a crecimiento de brotes (cm) no mostraron diferencias significativas; con relación a rendimiento (número de frutos, figura 2) el cempasúchil obtuvo mayor producción, y en cosecha predominó fruto de segunda para todos los tratamientos; en cuanto al porcentaje de descascaramiento, cabe señalar que un árbol con alto grado de descascaramiento en ramas y tronco es un árbol sano o en recuperación, y el que muestra ramas cenizas está afectado por el declinamiento de guayabo ocasionado por hongos y nemátodos noduladores (Avelar Mejía, Teliz Ortiz y Zavaleta Mejía, 2001); los tratamientos favorables para esta variable fueron: nemactin (91.33%), cempasúchil (89%), ditera + biocrack (84.66%), biofertilizante (71.66%), mientras que el testigo y la ceniza + cal muestran menor recuperación, como se muestra en la figura 3.

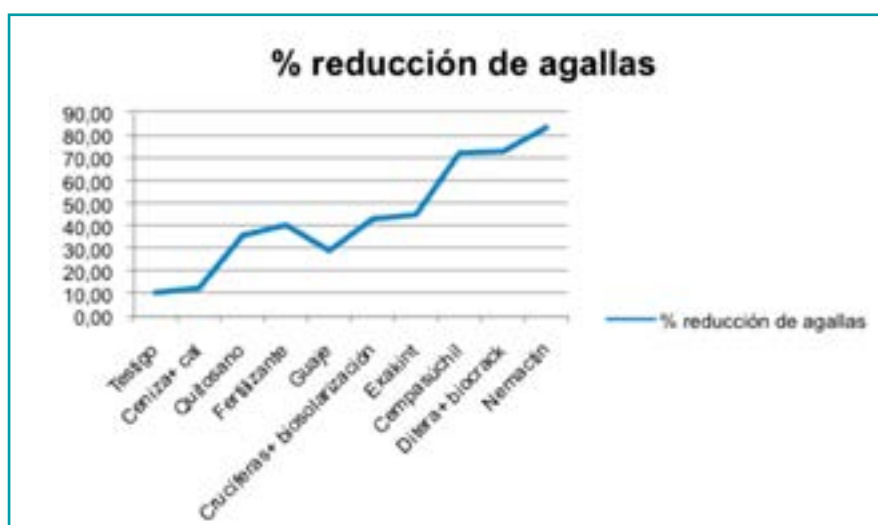
Por último, de la extracción de huevecillos del nemátodo *M. incognita*, los mejores tratamientos con mayor efecto nematicida fueron (fig 4): cempasúchil (89.87%), ditera+biocrack (89.86%), nemactin (89.53%), crucíferas+biosolarización (82.86%), sin embargo en el testigo no se agravó el problema, mientras que con ceniza+cal si se agravó. Se demostró que el cempasúchil (planta completa) en polvo seco es una buena alternativa para el control de *M. incognita*. Perales et al. (2003) mezclaron ajo (*Allium sativum* L.) con raíz de cempasúchil (*Tagetes* spp.), donde se redujo la población de nemátodos fitopatógenos de 83%.

Cepeda et al. (2003) probaron el Ditera® para recuperar árboles de guayabo con daños fuertes ocasionados por nemátodos y obtuvieron reducción de 86% en el descascaramiento y en agallas un 62 y 72% (0.75 y 1.5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). En este estudio se obtuvieron resultados significativamente buenos con este tratamiento. Es necesario continuar aplicando este tipo de tratamientos junto con métodos de control cultural, productos y enmiendas orgánicas que promuevan el desarrollo de raicillas, para recuperar árboles con fuertes daños por nemátodos noduladores.

**Tabla 2.** Número de agallas en raíz mediante la prueba de comparación de medias Tukey (0.05%)

GRUPOS	MEDIA	N	TRATAMIENTO
A	39.333	3	Testigo
A	38	3	Ceniza + cal
B	22.333	3	Quitosano
B	21.833	3	Fertilizante
C B	18.333	3	<i>Leucaena leucocephala</i>
C B	17.667	3	Crucíferas + biosolarización
C B D	17.333	3	Exakint
C D	10.667	3	Cempasúchil
C D	10	3	Ditera + biocrack
D	7.333	3	Nemactin

\*Letras diferentes muestran diferencia significativa entre tratamientos.

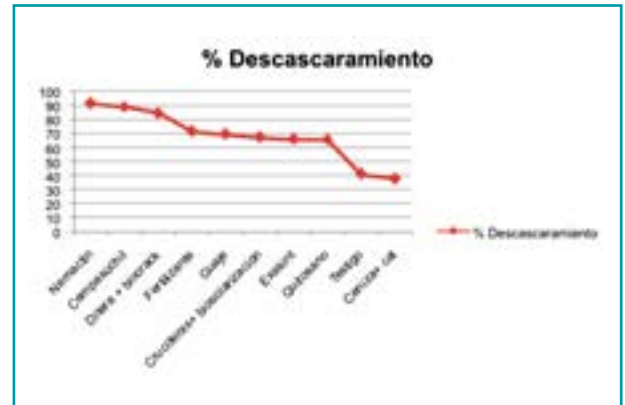


**Figura 1.** Resultado de los tratamientos que obtuvieron mayor porcentaje en reducción de agallas en 10 cm de raíz.





**Figura 2.** Conteo de número de frutos por tratamiento.



**Figura 3.** Porcentaje de descascamiento. El testigo y la ceniza + cal muestran menor recuperación a diferencia del resto de los tratamientos.



**Figura 4.** Los porcentajes más altos corresponden a los tratamientos que disminuyeron la infestación por *M. incognita*, por lo que muestran mejor efecto.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este estudio, los mejores tratamientos para el control de nemátodos fitopatógenos son: cempasúchil, nematicin y ditera + biocrack. Se recomienda darle continuidad a la aplicación de dichos tratamientos para evaluar su efectividad y las mejoras que logran en la calidad de los frutos.

## REFERENCIAS

- ABD RAHMAN, M. (2007). Breeding of *Psidium* species for root knot nematode resistance In Malaysia. *Acta Horticulturae*, 735, 61-69.
- AVELAR MEJÍA, J. J., TELIZ ORTIZ, D. y ZAVALETA MEJÍA, E. (2001). Patógenos asociados con el declinamiento del guayabo. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(2): 223-229.
- CEPEDA, S., M., GONZÁLEZ G., E., GALLEGOS, G., PADILLA, J., REYES, L., PERALES DE LA C., M. y REYES, H. (2003). El nematocida Ditera (*Myrothecium verrucaria*) una alternativa biológica para el control de nemátodos en guayaba. En J. S. Padilla R., L. Reyes M., E. González G., y M.A. Perales de la C. (Eds.), *Memoria. Primer Simposio Internacional de la Guayaba* (pp. 222-228). Aguascalientes, Ags., México. Diciembre de 2003.
- DUNCAN, L. W & NOLING, J. W. (1998). Agricultural Sustainability and nematode integrated pest management. En K. R. Barker, G. A. Pederson & G.I. Windham (Eds.), *Plant and Nematode Interactions* (pp. 251-288). Madison, WI, US: American Society of Agronomy.
- PERALES, M. A., PADILLA, J., GONZÁLEZ, E. y REYES, H. R. (2005). *Manual para la producción integral del cultivo de la guayaba*. México: SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)-INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 pp.
- PERALES S., C., MOYA O., M. A., BERNI M., J., MANZANARES A., A., RODRÍGUEZ M., M. A., SANTANA G., M. A. y AGUILAR O., L. (2003). Manejo de nematodos fitopatógenos de la guayaba con alternativas de bajo impacto ambiental. En J. S. Padilla R., L. Reyes M., E. González G., y M.A. Perales de la C. (Eds.), *Memoria. Primer Simposio Internacional de la Guayaba*. Aguascalientes, México. Pp. 36-40.

## EVALUACIÓN DE LA VARIEDAD *nebbiolo fino* (*Vitis vinifera* L.), EN CINCO PORTAINJERTOS DE VID EN ZACATECAS

Ambrosio Franco Bañuelos<sup>1</sup>, José Hernández Martínez, Jorge Armando Mauricio Castillo, José Manuel Pinedo Espinoza, Pedro Zesati del Villar, Juan Manuel Valenzuela Delgado

**Palabras clave:** uva, patrón, púa, tratamientos.

### INTRODUCCIÓN

El uso de portainjertos en vid es una innovación prioritaria para establecer plantaciones nuevas con un cambio de variedades enfocadas a mejorar la calidad de producción relacionada con la comercialización del producto a nivel nacional, estatal y regional. En todas las regiones vitivinícolas de nuestro país existe muy poca experiencia en la utilización de portainjertos en vid. Después de la década de los noventa, en Zacatecas, el Sistema Producto Vid en coordinación con otras dependencias gubernamentales y centros de investigación promovieron la reconversión productiva de viñedos viejos para utilizarlos como banco e injertar variedades seleccionadas de sus mismos predios con el fin de eliminar variedades de baja producción y mala calidad.

El cultivo presenta problemas para su producción, como la filoxera (*Phylloxera vastatrix*), los nemátodos y la pudrición texana (*Phymatotrichum omnivorum*), patologías que atacan el sistema de raíces de *Vitis vinifera*, especie de la que se derivan prácticamente todas las variedades productoras de uva que se explotan en nuestro país. Para resolver el problema se ha recurrido al uso de portainjertos, método efectivo y costeable que se emplea a nivel mundial para controlar los daños ocasionados por estos problemas, principalmente la filoxera (Madero Tamargo, 2009).

Los portainjertos provienen normalmente de especies de vid americana, resistentes a los problemas antes mencionados. A la fecha no existe un portainjerto universal o que sirva para todas las situaciones, tanto patológicas como de adaptación a condiciones químicas del suelo (salinidad, cal activa, etc.), o a las diferentes variedades y su destino. Actualmente en Zacatecas existen alrededor de 3,500 ha de vid, 7% de éstas colocadas en portainjerto con la finalidad de mejorar la competitividad de las unidades de producción de uva y sus derivados en Zacatecas con la introducción de nuevas variedades adaptadas por cada región climática de nuestra entidad.

La importancia económica de este *sistema producto* está en que genera 120 jornales por hectárea anual, en donde destacan los municipios de Fresnillo, Ojocaliente, Luis Moya y Villa Hidalgo; el cultivo tiene gran demanda como fruta para la elaboración de jugo, para uva de mesa o para la elaboración de vinos. Ante este escenario, el objetivo de proyecto fue evaluar la compati-

<sup>1</sup> Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: bochofranco@hotmail.com

alidad entre cinco portainjertos y la variedad *nebbiolo fino* de vid con base en parámetros de crecimiento y producción para difundir los resultados obtenidos sobre la técnica que usan los viticultores.

## METODOLOGÍA

En el campo experimental de la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas; lugar donde se realizó la investigación, se ubica a 22° 43' 17.1" de latitud norte, 102° 41' 06.5" de longitud oeste y a 2,280 m.s.n.m. en el municipio de Zacatecas, en el km 15 de la carretera Zacatecas-Guadalajara. El clima es BS1(h1)w(w) del grupo de los secos templados. La temperatura media anual es de 15.8 °C, la media del mes más cálido es 20.3 °C y la del más frío 10.3 °C. La precipitación media anual es de 448 mm. El suelo es plano, de textura franca, profundidad entre 80 y 100 cm, 1.5% de materia orgánica y pH cercano al neutro (Zelaya de Santiago, 2013).

El material utilizado fue la variedad *nebbiolo fino* (*Vitis vinifera* L.), establecida como parcela experimental en los portainjertos Rupestris Du Lot., 101-14, 1103-Paulsen, SO4, 110-R. en sistema de conducción de Cordón bilateral, cera de Campeche para sellar heridas del injerto, cinta del #6 para atar el injerto, tijeras de podar, navaja para hacer el injerto, flexómetro para hacer mediciones, refractómetro para muestreo del ácido/azúcar del racimo y determinar el índice de cosecha, cajas recolectoras y una balanza para pesar las muestras por tratamiento.

Yuste Bombín y Alburquerque del Valle (2013) plantearon un estudio experimental sobre los portainjertos 110R, 140Ru, 101-14M, 420A, 3309C, 41B, 5BB, RGM, 196-17C y Gravesac; en el que 140Ru, 110R y 41B mostraron mayor desarrollo vegetativo y fructífero; mientras que RGM, 196-17C y Gravesac resultaron más débiles y menos productivos. La influencia del portainjerto en la calidad de la uva fue variable, con dependencia de las condiciones anuales y del rendimiento.

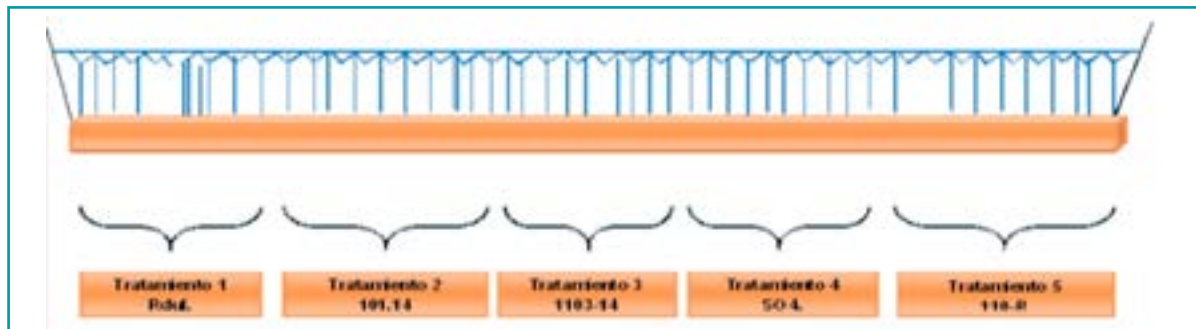
La plantación de los portainjertos se realizó con sarmiento encallado en marzo de 2011 para darle un crecimiento libre de un año y en febrero de 2012 se seleccionó uno de los sarmientos que presentara un buen desarrollo y crecimiento con características deseables para hacer el injerto de púa de la variedad *nebbiolo fino* (figura 1); con sarmiento que se obtuvo del INIFAP de Calera, Zacatecas. Después de hacer la púa de la variedad con una yema, se hace el biselado por ambos lados y se inserta sobre el patrón.

A partir del crecimiento del brote prendido de la variedad; mediante la poda de conducción se procedió a formar la estructura a Cordón bilateral dependiendo del vigor y capacidad de cada tratamiento.



**Figura 1.** Portainjerto/variedad injertada para hacer el atado con cinta.

En febrero de 2013 se realizó la poda de fructificación, se injertaron los patrones no prendidos del año anterior y se formaron a la estructura de Cordón Bilateral para obtener la primera cosecha en aquellas plantas con cierta estructura de formación. En 2014 se instaló el diseño Bloques al Azar con cinco tratamientos y diez repeticiones por bloque (figura 2). El tamaño de la parcela experimental fue de 216 m<sup>2</sup> ubicada en el campo, con una distancia de plantación de 1.80 m entre plantas y 3 m entre hileras, en una proporción de 10 plantas por patrón; en sistema de conducción de Cordón Bilateral, con el objetivo de tener el cordón de 90 cm de largo para ambos lados.



**Figura 2.** Distribución de portainjertos como tratamientos del diseño experimental.

Las variables de estudio consistieron en hacer mediciones con una cinta métrica de la longitud del tronco del portainjerto, longitud del tronco de la variedad; esto con el fin de conformar el tronco de 90 a 95 cm que se forma entre el patrón y la otra sección de la variedad; también se midió la longitud de los brazos de 15 a 20 cm debajo del primer alambre o espaldera que está colocado a 1.10 m de altura, que forman la bifurcación, horqueta o apertura de cada cordón con el propósito de favorecer la iluminación al centro de la estructura. Además, se midió la longitud del cordón que consiste en guiar o conducir un sarmiento en sentidos opuestos hasta encontrarse con la planta vecina que en este caso corresponde a 90 cm de longitud de cada cordón debido a que la distancia de plantación entre plantas es de 1.80 m, por otra parte se contó el número de brotes por planta y la longitud. También se muestrearon la cantidad de racimos y cosecha de cada tratamiento y repetición.

La información recopilada se procesó en el modelo estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) para obtener medidas de tendencia central, dispersión y variabilidad; también se utilizó la prueba inferencial de análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0.05% para comparar el desarrollo y crecimiento de la relación portainjerto /variedad *nebbiolo fino*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La no significancia de las primeras cuatro variables de la tabla 1 indica que los valores de las medias de los tratamientos muestreados son valores de aspecto cualitativo y cuantitativo porque la formación del tronco está influenciado por el vigor de cada portainjerto con respecto a la variedad *nebbiolo fino*. Es un efecto de la estructura morfológica del tronco, brazos y cordones permanentes para una vida útil del viñedo en cada tratamiento (portainjerto), en sistema de Cordón Bilateral, donde algunos portainjertos tendrán más madera del tronco que sostendrá a la variedad, como es el caso del tratamiento 5/110-R.

La variable número de brotes nos muestra significancia en el tratamiento 2/101-14 porque el vigor y la capacidad de producción están balanceados con respecto a los demás tratamientos debido a que la longitud del tronco del portainjerto es de 48.20 cm, y la longitud de la variedad es de 20.70 cm más la longitud del brazo con 13.55 cm; nos da una media de 82.45 cm de la estructura del tronco entre portainjerto y la variedad. Por tanto, esto quiere decir que es el tratamiento más compatible que fortalece una relación de carbono/nitrógeno factible de promover el crecimiento de brotes.

**Tabla 1.** Media y significancia por tratamiento de las variables

Variables	Tratamiento	Media	p
Longitud del tronco del portainjerto	5/110-R 4 /SO4 3 /1103-Paulsen 2/101-14 1/Rdul	72.00 A 56.90 A 52.20 A 48.20 A 45.70 A	0.382
Longitud del tronco de la variedad <i>nebbiolo fino</i>	2 / 101-14 4 / SO4 5 / 110-R 3 / 1103-Paulsen 1 / RduL	20.70 A 20.00 A 13.90 A 13.20 A 10.00 A	0.763
Longitud del brazo	2 / 101-14 3 / 1103-Paulsen 5 / 110-R 4 / SO4 1 / RduL	13.55 A 11.75 A 9.00 A 7.45 A 2.60 A	0.124
Longitud del cordón bilateral	2 / 101-14 3 / 1103-Paulsen 5 / 110-R 1 / RduL 4 / SO4	29.15 A 26.40 A 23.75 A 20.47 A 11.45 A	0.077
Número de brotes	2 / 101-14 3 / 1103-Paulsen 5 / 110-R 4 / SO4 1 / RduL	18.20 A 12.60 AB 8.60 BC 3.10 BC 1.90 C	0.002*
Longitud de brotes	2 / 101-14 3 / 1103-Paulsen 1 / RduL 5 / 110-R 4 / SO4	98.69 A 45.29 B 21.70 B 18.45 B 17.59 B	0.001*
Número de racimos por planta	2 / 101-14 3 / 1103-Paulsen 5 / 110-R 1 / RduL 4 / SO4	15.50 A 9.50 AB 5.00 B 1.50 B 1.10 b	0.006*
Peso de uva	2/ 101-14 3/ 1103 Paulsen 1/ Rdu 4/ SO4 5/ 110-R	3.2349 A 1.4482 B 0.0899 B 0.0000 B 0.0000 B	0.001*

\* Valor significativo considerando  $p < 0.05$ .

El efecto del patrón sobre las variables del número de racimos por hectárea registró su mayor valor sobre los portainjertos 2/101-14 y 3/1103-Paulsen con valores de 216 g por racimo, por planta; con un rendimiento de 5940 kg/ha, 152 gramos por racimo y 2647 kg/ha, respectivamente, estadísticamente diferentes entre sí y con respecto a los otros tratamientos.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que hay diversidad entre el crecimiento y desarrollo de la planta según los tratamientos, 2/101-14 y 3/103-Paulsen. Sin embargo, por su producción y calidad de racimos, se recomienda el 101-14/*nebbiolo fino* como la mejor alternativa para establecer y manejar huertos en las diferentes regiones vitícolas de Zacatecas que sean afines a la relación agua-suelo-atmósfera de este trabajo que resulta muy semejante al estudio de Yuste Bombín y Alburquerque del Valle (2013).

De forma cualitativa se muestra el desarrollo y crecimiento del injerto en la figura 3, en donde se resalta una excelente compatibilidad en el procedimiento de la cicatrización, en el desarrollo del injerto o variedad sobre el portainjerto maderable que formó la estructura del tallo o tronco de soporte de la parra. Al asociar las variables de longitud del tronco entre patrón/injerto se encontró que el cambium de tallo madura bien en cada portainjerto y puede poseer un alto grado de autonomía, al producir nuevo xilema y floema secundarios; con lo que se demuestra que los factores externos iniciaron el desarrollo de tejidos vasculares según los sistemas de flujo del tallo en los que se realizara el injerto. Según Madero Tamargo (2009), se confirma que el ciclo vegetativo de la variedad *nebbiolo fino* de uva tinta quedó definido como de brotación tardía.



**Figura 3.** Apreciación visual de la cicatrización portainjerto 101-14 y la púa o variedad *nebbiolo fino*.

Actualmente se han mostrado herramientas a utilizar en los viñedos para mejorar la rentabilidad y sustentabilidad acorde a la generación del conocimiento en la producción de uva sobre portainjertos. En todo caso, la realidad de la agricultura alternativa es la resultante de combinar conocimientos agrícolas con los más recientes avances de la ciencia, en un proceso de interacción que involucre tanto a técnicos como a viticultores.

## REFERENCIAS

- MADERO TAMARGO, J. (2009). *Manejo integral del cultivo de viñedos*. Calera de Víctor Rosales Zacatecas, México: INIFAP Pp. 1-20.
- YUSTE BOMBÍN, J. y ALBURQUERQUE DEL VALLE, M. (2013). Influencia de 10 portainjertos de vid sobre el desarrollo productivo y vegetativo y la calidad de la uva de cv. Tempranillo en la DO Toro. *Enovicultura*, 22. 15 pp.
- ZELAYA DE SANTIAGO, L. H. (2002). *Evaluación de los recursos naturales en el Campo Agrícola Experimental de Agronomía de la UAZ*. Tesis Maestría UAA/UAZ. 154 pp.

## APLICACIÓN DE FITOTECNOLOGÍAS PARA LA REMEDIACIÓN DE DESECHOS DE LA MINA EL BOTE, ZACATECAS\*

Eliazar Astorga Espinoza<sup>1</sup>, Guillermo Rodríguez Hernández, Francisco Román García, Edgar Esparza de León, Francisco Javier Cabral Arellano

**Palabras clave:** fitorremediación, fertilizante foliar, fitotecnologías, *Brassica juncea* (L.) Czern.

### INTRODUCCIÓN

La minería genera una gran cantidad de residuos ricos en metales pesados que son depositados en la superficie del entorno minero (Rodríguez et al., 2009). Como consecuencia de lo anterior, el suelo experimenta un gran impacto y una de las consecuencias directas de esta contaminación del suelo es una ausencia inicial de vegetación. Asimismo, puede llegar a observarse una pérdida en la productividad del suelo, la disminución de la biodiversidad e indirectamente, la contaminación del aire y aguas superficiales y subterráneas (Becerril et al., 2007). Los desechos generados por la industria minera consisten en suelos con niveles extraordinariamente elevados de metales pesados. Entre las estrategias que se han empleado para extraer o inmovilizar a los metales pesados del ecosistema se encuentra la fitorremediación. La fitorremediación de suelos contaminados es una tecnología que se basa en el uso de especies de plantas, enmiendas al suelo y técnicas agronómicas para eliminar, retener, o disminuir la toxicidad de los contaminantes del suelo (Chaney et al., 1997).

Sin embargo, se sabe que cuando las plantas crecen en sitios contaminados con metales pesados, el crecimiento de raíces es fuertemente afectado. Además, a este respecto, Baker y Walter (1990) han propuesto que las plantas tienen diferentes respuestas al estrés de metales pesados; ya que éstas pueden extraerlos, acumularlos o sólo indicar su presencia en los sustratos. En estos casos, los ligandos que se utilizan con el propósito de incrementar la solubilidad de los metales que se desea extraer, son básicamente aminoácidos y ácidos orgánicos (Navarro Aviñó, Aguilar Alonso y López Moya, 2007).

### METODOLOGÍA

Sustratos de desecho de la presa de la Mina El Bote, localizada en el municipio de Zacatecas, en el estado mexicano de Zacatecas, fueron seleccionados para este estudio. El plan de muestreo se desarrolló siguiendo lo establecido en la norma mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006, emitida por la Secretaría de Economía en el año 2006. Ubicados los puntos de muestreo, se obtuvieron,

\* Programa de Fondo Mixto del CONACyT y gobierno del estado de Zacatecas ZAC-2009-C01-122649.

<sup>1</sup> Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: eliazar3@hotmail.com



empaquetaron y almacenaron las muestras. La especie *B. juncea* (L.) Czern. (mostaza india) fue seleccionada para este estudio por sus atributos de tolerar condiciones de salinidad, sequía, altas temperaturas; así como por sus altos rendimientos de materia seca y su rápido crecimiento. La semillas fueron sembradas en charolas de germinación. Dos semanas después de la siembra se realizó el trasplante en recipientes previamente preparados con el sustrato de cultivo. Se prepararon y aplicaron soluciones a base de 100 g de desecho de mina disueltos en 100 ml de agua, se añadieron 12.5 g de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , disuelto en agua para generar, en el sustrato de cultivo, las condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas en relación con el pH; el cual, de acuerdo con Ritchey, Sousa, Feldhake y Clark (1995), debería ser de 7.

Para los tratamientos 5 y 6 se usaron 2 kg de desecho de mina mezclados con 1 kg de materia orgánica (MO). Un volumen de 100 ml de solución nutritiva preparada con 200 g de fertilizante yaraliva, novatec en 10 l de agua, se añadieron 20 l de un compuesto orgánico (biol) y se aforó a 200 l. Esta solución se agregó durante cinco semanas a los tratamientos 2, 4 y 6. Los tratamientos aplicados al sustrato de cultivo de las plantas se muestran en la tabla 1. Después de la aplicación de la solución anterior se aplicaron los agentes quelantes, combinando uno fuerte (tiocianato de amonio o EDTA) con uno débil (ácido cítrico o ácido ascórbico). Los tratamientos diseñados para ser aplicados al sustrato con el propósito de inducir la hiperacumulación de Pb, Hg y As en las plantas se muestran en la tabla 2.

**Tabla 1.** Tratamientos aplicados al sustrato de cultivo de plantas de la especie *B. juncea* a base de nutrientes: N, P, K, Ca y S, así como materia orgánica y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Tratamiento	Sustrato	Volumen (kg)	N	P	K	Ca	S
1	Control	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Control	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	DM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$	2	13.83	16.0	15.3	15.03	2.67
4	DM + $\text{Ca}(\text{OH})_2$	2	13.83	16.0	15.3	15.03	2.67
5	DM + MO	3	13.83	16.0	15.3	15.03	2.67
6	DM + MO	3	13.83	16.0	15.3	15.03	2.67

**Nota:** Las cantidades de nutrientes N, P, K, Ca y S están expresadas en g/kg de sustrato. MO= materia orgánica; DM= desecho de mina.

**Tabla 2.** Tratamientos aplicados al sustrato de cultivo a base de agentes quelantes

Quelante	Peso molecular	Peso (kg)	Molaridad
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$	210.14	2.5	0.1
$\text{NH}_4\text{SCN}$	76.10	5.0	1.0
$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$	372.24	2.5	0.01
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	176.13	0.5	0.1

**Nota:** Para el caso de los agentes quelantes  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ,  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$  y  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ , la molaridad está expresada en moles. En el caso de  $\text{NH}_4\text{SCN}$  la molaridad está expresada en g/kg de sustrato.

Para el análisis de la concentración de los metales pesados presentes en el desecho de la mina estudiada se utilizó equipo de espectrometría de fluorescencia de rayos X.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después del trasplante de plántulas de *B. juncea* (L.) Czern. en los recipientes. Al momento de realizar la primera aplicación de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , el valor del pH fue de 7.65. A los 19 días se realizó la segunda aplicación, el pH descendió

hasta 6.96 donde se había aplicado la solución de nutrientes y hasta 6.36 donde la solución de nutrientes no se aplicó. En cuanto al As, es un metaloide cuya solubilidad es más baja a pH bajo. Los resultados mostraron que el uso combinado de enmiendas al sustrato de cultivo de las plantas, elaborados a base de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , así como de proporciones adecuadas de materia orgánica, induce incrementos en los rendimientos de materia seca de las plantas cultivadas en desechos de la actividad minera, de acuerdo con lo previsto por Bernal, Clemente, Vázquez y Walker (2007).

Además, puede establecerse que las concentraciones de Pb, Hg y As presentes en la presa de desechos de la mina estudiada registraron valores máximos superiores a los 1344 mg/kg, 141 mg/kg y 825 mg/kg, respectivamente. Estos valores son muy superiores a los valores permisibles, de acuerdo con PROFEPA (2000). Se espera que las concentraciones máximas de metales pesados podrían ocurrir en los sustratos enmendados a base de materia orgánica y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . También se analizaron las características fisicoquímicas de los desechos de la mina. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas de desechos de la Mina El Bote

	EL BOTE 1E,2E, 3E 0-40	EL BOTE 1H 0-40	EL BOTE 3F 0-40
%Arcilla	5.19	3.62	1.62
%Limo	17	12	16
%Arena	78.01	84.38	82.38
Textura	Franco Arenosa	Arenosa	Areno Limosa
pH	3.45	4.82	3.57
CE mms	10.36	2.74	8.12
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	17	4	4
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (soluble)	1.4	0.4	1.4

Por otra parte, las concentraciones de Pb, Hg y As también fueron determinadas en el laboratorio y los resultados obtenidos, a partir de este análisis, se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.** Concentración de metales pesados en desechos de la mina El Bote

		Pb	As	Hg
<b>2E</b>	X	1344.087	665.259	100.150
	DE	104.6827	6.793	18.911
<b>1E</b>	X	1698.838	825.286	37.468
	DE	98.5329	15.701	5.173
<b>1H</b>	X	828.8768	490.291	29.037
	DE	68.6888	8.788	11.236
<b>3F</b>	X	1627.612	823.828	141.235
	DE	103.8712	18.159	23.411
<b>3E</b>	X	1149.000	675.200	43.192
	DE	124.9581	10.938	8.797

X= media, DE= desviación estándar.

La tabla 4 muestra que las concentraciones de Pb, Hg y As presentes en la presa de desechos de la mina estudiada registraron valores máximos superiores a los 1344 mg/kg, 141 mg/kg y 825 mg/kg, respectivamente. Los

rendimientos de materia seca fueron calculados para cada uno de los seis tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5.** Rendimientos de materia seca en plantas de *B. juncea* cultivada en sustratos a base de desechos de la mina El Bote

Tratamiento	Sustrato	Rendimiento de materia seca (g)
1	Desecho de mina (Control)	8.4
2	Desecho de mina (Control)	42.8
3	Desecho de mina + Ca (OH) <sub>2</sub>	15.2
4	Desecho de mina + Ca (OH) <sub>2</sub>	30.4
5	Desecho de mina + Ca (OH) <sub>2</sub> + Materia orgánica	31.5
6	Desecho de mina + Ca (OH) <sub>2</sub> + Materia orgánica	54.2

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la PROFEPA (2000), los límites permisibles del plomo son 100–200 mg/kg. Puede establecerse que las concentraciones de estos metales en los desechos de mina estudiados son muy superiores a los valores permisibles. Esto indica que no pueden ser utilizados para suelo agrícola y de recreación y que deben ser remediados. Por lo que la especie *B. juncea* (L.) Czern podría ser utilizada en estos desechos con propósitos de fitorremediación del sitio.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa de Fondo Mixto, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y gobierno del estado de Zacatecas por el soporte financiero otorgado para el desarrollo de este estudio, con clave ZAC-2009-C01-122649.

## REFERENCIAS

- BAKER, A. J. M. & WALTER, D. P. L. (1990). Metal Uptake and Accumulation. In S. Al (Ed.), *Heavy Metals Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects* (pp. 156-174). Boca Raton: CRC.
- BECERRIL, J. M., BARRUTIA, O., GARCÍA PLAZAOLA, J. I., HERNÁNDEZ, A., OLANO, J. M. y GARBISU, C. (2007). Especies nativas de suelos contaminados por metales: aspectos ecofisiológicos y su uso en fitorremediación. *Ecosistemas*, 16(2): 50-55.
- BERNAL, M. P., CLEMENTE, R., VÁZQUEZ, S. y WALKER, D. J. (2007). Aplicación de la fitorremediación a los suelos contaminados por metales pesados en Aznalcollar. *Ecosistemas*, 16(2): 68-82.
- BERNIER, B. R. y ALFARO, A. V. (2006). Acidez de los suelos y efectos del encalado. Osorno, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). *Boletín* N° 151, 46 pp.
- CHANEY, R. L., MALIK, M., Li, Y. M., BROWN, S. L., BREWER, E. P., ANGLE, J. S. y BAKER, A. J. M. (1997). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(3): 279-284.
- CUNNINGHAM, S. D., BERTI, W. R. & HUANG, J. W. (1995). Phytoremediation of contaminated soils and sediments. In H. D. y T. Skipper, R. F. (Eds.), *Bioremediation: Science and Applications* (pp. 145-156). Madison: Soil Science Society of America.
- NAVARRO AVIÑO, J. P., AGUILAR ALONSO, I. y LÓPEZ MOYA, J. R. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Ecosistemas*, 16(2): 10-25.

PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2000). *Disposiciones y procedimientos para la caracterización y restauración de suelos contaminados*. México: Autor. 225 pp.

RITCHEY, K. D., SOUSA, D. M. G., FELDHAKE, C. M. & CLARK, R. B. (1995). Improved water and nutrient uptake from subsurface layers of gypsum-amended soils. In D. L. K. et al. (Ed.), *Agricultural utilization of urban and industrial by-products* (pp. 157-181). Madison: American Society of Agronomy (ASA).

RODRÍGUEZ ELIZALDE, M. A., DELGADO ALVARADO, A., GONZÁLEZ CHÁVEZ, M. C. A., CARRILLO GONZÁLEZ, R., MEJÍA MUÑOZ, J. M. y VARGAS HERNÁNDEZ, M. (2010). Emergencia y crecimiento de plantas ornamentales en sustratos contaminados con residuos de mina. *Interciencia*, 35(1): 26-32.

SE (Secretaría de Economía) (2006). NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides y manejo de la muestra. *Diario Oficial de la Federación*, 5 de septiembre de 2006.

## DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE GUAYABA SILVESTRE (*Psidium guineense* y *P. sartorianum*)

Silvia Enríquez Nava<sup>1</sup>, Luis Lorenzo Valera Montero, Héctor Silos Espino, Silvia Flores Benítez, José Saúl Padilla Ramírez

**Palabras clave:** capacidad antioxidante, vitamina C, índice de maduración.

### INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta que se ha cultivado por más de un siglo en México, se encuentra entre las 20 frutas más importantes que se producen en nuestro país con una superficie de 22.5 mil ha y una producción anual de 305 mil t. Jalisco aporta 1% de la producción nacional con 387 ha (SIAP, 2013). Las variedades de *P. guajava* L. que se cultivan son la “Criolla”, “China” y “Media china”. En el 2009 se registraron cinco variedades más de guayaba (“Huejúcar”, “Hidrozac”, “Calvillo siglo XXI”, “Caxcana” y “Merita”) que responden a requerimientos de mercado (Padilla Ramírez, González Gaona & Perales de la Cruz, 2010). Estas estadísticas no toman en cuenta la producción por parte de especies silvestres del género *Psidium* en once entidades del país. Una de estas entidades en las que hay áreas silvestres es Jalisco, existen especies de guayaba que aunque son silvestres también tienen importancia económica, cultural y científica (Yam Tzec, Villaseñor Perea, Romantchik Kriuchkova, Soto Escobar & Peña Peralta, 2010).

Para establecer estándares de calidad de fruto se debe determinar el contenido nutricional, las vitaminas y minerales que aportan, los efectos funcionales, su tamaño, el contenido de sustancias benéficas, su presentación adecuada, su vida de anaquel y su adecuada comercialización de acuerdo a las características y circunstancias de cada mercado (SAGARPA, 2009). Lo anterior tiene un efecto determinante sobre su consumo y éxito comercial. De aquí la necesidad de estudiar, definir y evaluar correctamente sus propiedades y aun más de aquellas especies de las que no se han reportado dichos estudios y que su producción no es contemplada de importancia comercial.

En el país no hay trabajos donde se haya determinado la composición fisicoquímica de guayaba silvestre, lo cual sería útil para identificarlas por su contenido y valor nutricional, por lo que en esta investigación se propone determinar las propiedades fisicoquímicas de dos especies silvestres del municipio Talpa del estado de Jalisco, México, que pueden ser cultivos rentables para la zona.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
Correo electrónico: silviaenriquez.mc@gmail.com

## METODOLOGÍA

### Material vegetal

Los frutos de guayaba *Psidium guineense*, *P. sartorianum* y como testigo *P. guajava* fueron recolectados en seis sitios de la zona Talpa, Jalisco, tomando muestras de cinco genotipos en un mismo estado de maduración. El procesamiento de los frutos fue ejecutado en el Laboratorio de Biotecnología Aplicada del ITEL. Los frutos fueron desinfectados con una solución de NaClO (0.1%) durante 20 min, luego fueron lavados con agua y secados manualmente. Se usaron los frutos enteros, la parte comestible del fruto (corteza y pulpa), se cortaron en fragmentos pequeños y se trituró con un procesador de alimentos hasta obtener una masa homogénea (pulpa). Las muestras se guardaron hasta el momento de los análisis a -20 °C en la oscuridad en bolsas de plástico herméticamente selladas.

### Análisis fisicoquímicos

Para los análisis los extractos fueron obtenidos de acuerdo al método modificado de Kuskoski, Asuero, Troncoso, Mancini-Filho y Fett (2005), como se describe a continuación: 24 g de la pulpa fueron homogenizados con 60 ml de agua destilada, se colocaron en tubos falcón de 14 ml y se centrifugaron (CRM Globe) a 3500 r.p.m durante 10 min, se recuperó el sobrenadante y se almacenó a -20 °C hasta el momento del análisis.

### pH

Determinado por AOAC 981.12 Potenciometría.

### °Brix (Sólidos Solubles Totales-SST)

AOAC 932.14C Refractometría. Se tomaron 2 ml de los extractos de cada muestra a una temperatura de 20 °C y se colocaron en tubos Ependorf, de donde se tomaron gotas para medir los sólidos solubles totales en el refractómetro (Digital A8 Civeq).

### Acidez titulable (% de acidez)

Se tomaron 5 ml del extracto (correspondiente a 2g de pulpa), se adicionaron cuatro gotas de fenolftaleína. Se tituló con la solución de hidróxido de sodio al 0.1 N, se registraron los ml gastados de esta solución y después mediante la siguiente fórmula se calculó el % de ácido cítrico:

$$\% \text{ acidez } (N \cdot V \cdot \text{Meq}) / P \times 100$$

### Índice de madurez

Es calculado como la relación entre los sólidos solubles y la acidez titulable y se expresa como °Brix/% ácido cítrico.

### Vitamina C por medio de titulación

Técnica estandarizada AOAC, 967.21. Se tomaron 5 ml del extracto y 5 ml de solución extractora, se titularon enseguida con 2,6- dicloroindofenol, se anotaron los ml gastados. Se determinó el ácido ascórbico por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{mg de ácido ascórbico} = \text{volumen de titulación de muestra} / \text{volumen de titulación estándar}$$

### Determinación de capacidad antioxidante

Método ABTS AOAC 963.15. Para este método se preparó una solución compuesta por ABTS 7 mm y persulfato de potasio 0.45 mm. La mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante 16 h a temperatura ambiente. La solución se almacenó a -20 °C en la oscuridad. Se prepararon curvas de calibración con Trolox a concentraciones entre 0 a 8 μm. Se tomaron 3000 μl del reactivo catión radical ABTS<sup>+</sup> y se incubaron a 30 °C. Una vez alcanzada la temperatura de incubación se adicionaron 30 μl de soluciones de Trolox. Para los extractos de guayaba se realizaron diluciones cada vez que era necesario, se diluía la solución con etanol a 96% hasta alcanzar una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734

nm y en lugar de los 30  $\mu$ l de Trolox se adicionaron 30  $\mu$ l de extracto previamente diluido. Se tomó la absorbancia inicial y final después de 6 min de incubación a 30° C. Los resultados fueron expresados en  $\mu$ mol Trolox/g fracción comestible.

### Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar. Las muestras fueron de tres especies de guayabas de la zona Talpa, Jalisco.

Especies	Sitios	Genotipos	Repeticiones	Totales	Total de datos por especie
<i>P. guineense</i>	<i>Pgn 1</i>	5	6	30	
	<i>Pgn 2</i>	6	6	36	
	<i>Pgn 3</i>	4	6	24	90
<i>P. sartorianum</i>	<i>Ps 1</i>	1	6	6	
	<i>Ps 2</i>	1	6	6	12
<i>P. guajava L.</i>	<i>Pg 2</i>	1	36	36	36

### Análisis estadísticos

El análisis estadístico para los resultados de las variables obtenidas de las tres especies de *Psidium* se realizó mediante análisis de varianza utilizando una DMS con  $\alpha = 0.05$  para la separación de medias, asimismo, se realizaron cinco contrastes ortogonales.

Contrastes	Hipótesis nula ( $H_0$ )	
$C_1$	$\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5 = 5(\mu_6)$	Comparación entre especies
$C_2$	$2(\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) = 3(\mu_4 + \mu_5)$	Comparación entre especies
$C_3$	$\mu_1 + \mu_2 = 2(\mu_3)$	Comparación dentro de las especies
$C_4$	$\mu_4 = \mu_5$	Comparación dentro de las especies
$C_5$	$\mu_1 = \mu_2$	Comparación dentro de las especies

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a *P. guineense* y *P. sartorianum* se describen en la tabla 1. Los pesos de *P. guineense* considerando los sitios de colección marcados como *Pgn 1*, *Pgn 2* y *Pgn 3* tuvieron una media de entre 16.91 g, mientras que *P. sartorianum*, marcados como sitios *Ps 1* y *Ps 2*, obtuvieron una media de 8.72 g; debido a la diferencia de tamaños de los frutos. En el parámetro de pH, *P. guineense* tuvo un promedio de 2.94, registros muy parecidos a los registrados por Lara, Nerio y Oviedo (2007) en Colombia; obtuvo un pH de 2.86, *P. sartorianum* con 3.02 en promedio, comparándolos contra *P. guajava L.*, que obtuvo 3.95. La mayor cantidad de sólidos solubles totales corresponden a *P. sartorianum* (arrayán) con una media de 6.80. El valor menor de °Brix es el *Pgn 2* de *P. guineense* con 3.54, éstos difieren de 6.8 y 5.2 °Brix reportados por Lara, Nerio y Oviedo (2007). El mayor porcentaje de acidez lo presentó *Ps 1* de *P. sartorianum* con 2.48% y después *P. guineense* con una media de 1.89% de acidez titulable. El mayor índice de madurez lo presento *P. sartorianum* con 2.50, después *P. guineense* con 2.28. Literatura refiere que cuando el % de acidez que existe en la muestra se presenta un porcentaje menor hay un alto índice de maduración, esto debido a que la acidez es un factor importante para que se den los cambios de madurez en la planta.

**Tabla 1.** Distintos parámetros examinados en las diferentes especies de guayaba

Parámetros	Especies de guayaba		
	<i>P. guineense</i>	<i>P. sartorianum</i>	<i>P. guajava</i>
Peso	16.91	8.72	20.90
pH	2.94	3.02	3.95
Brix	3.91	6.80	3.76
% Acidez titulable	1.88	2.48	0.59
Índice de maduración)	2.28	2.50	5.61
Vitamina C	0.093	0.073	0.061
Capacidad antioxidante	0.069	0.059	0.053

Comparación de medias de los diferentes parámetros entre las especies *P. guineense* y *P. sartorianum* comparados con *P. guajava*.

Se encontraron diferencias significativas en el contenido de vitamina C entre las especies de guayaba. El mayor contenido de vitamina C fue de *P. guineense* con una media de 0.0932 mg de ácido ascórbico por gramo de muestra; luego *P. sartorianum* con un promedio de 0.077 y 0.731 mg. El mayor valor de capacidad antioxidante se obtuvo de *P. guineense* con 0.0803 y luego *P. sartorianum* (arrayán) con 0.0731 expresados en  $\mu\text{mol Trolox / g}$  fruta.

## CONCLUSIONES

Se notaron diferencias sobresalientes en los diversos parámetros fisicoquímicos para las especies silvestres, destacan *P. guineense* al tener un alto nivel de % de acidez, obtener un menor índice de madurez, mayor cantidad de vitamina C y, por tanto, una alta capacidad antioxidante. *P. sartorianum* no es superior a *P. guineense*, pero se observó su bajo nivel de índice de maduración e incluso con mayor contenido de vitamina que *P. guajava*.

Los parámetros realizados nos ayudaron a concluir que las especies silvestres obtuvieron importantes valores nutricionales y nutraceuticos (vitamina C y capacidad antioxidante) y aunque no estén cultivados, sus características fisicoquímicas indican que son persuasivamente sobresalientes, inclusive mayor que las de la guayaba comercial, lo que les otorga importancia tanto industrial como a nivel comercial, por su bajo índice de madurez, lo que aumenta así su vida de anaquel y una calidad nutricional y nutraceutico que se buscan en los alimentos.



## REFERENCIAS

- LARA, C. , NERIO, L. S. y OVIEDO, L. E. (2007). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de la guayaba agria (*Psidium araca*) en dos estados de maduración. *Temas Agrarios*,12(1): 13–21.
- PADILLA RAMÍREZ, J. S., GONZÁLEZ GAONA, E. y PERALES DE LA CRUZ, M. A. (2010). Nuevas variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Folleto Técnico Núm. 42*. Aguascalientes, México: INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón de Arteaga, p. 28.
- YAM TZEC, J. A., VILLASEÑOR PEREA, C. A., ROMANTCHIK KRIUCHKOVA, E., SOTO ESCOBAR, M. y PEÑA PERALTA, M. A. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(49): 75-76.

### Dictiotopografía

- KUSKOSKI, E. M., ASUERO, A. G., TRONCOSO, A. M., MANCINI-FILHO, J. y FETT, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology (Campinas)*, 25(4). doi: 10.1590/S0101-20612005000400016.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2009). Estudio orientado a identificar las necesidades de infraestructura logística en la cadena de suministro de la guayaba para la exportación a Estados Unidos. Recuperado el 11 de noviembre de 2013, de [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios\\_promercado/frucasa\\_\\_re.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/documents/estudios_promercado/frucasa__re.pdf)
- SIAP (Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera). Arrayán *Myrtus communis*. Recuperado de <http://www.siap.gob.mx/arrayan/gob.mx/arrayan/>

## CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA EN LAS PRINCIPALES PROVINCIAS PRODUCTORAS DE LECHE EN REPÚBLICA DOMINICANA

Phamela Acosta Pérez<sup>1</sup>, Leticia Medina Esparza, Carlos Cruz Vázquez

**Palabras clave:** sistema de producción, características, Republica Dominicana, bovino.

### INTRODUCCIÓN

La leche es un producto alimenticio muy importante en los hogares dominicanos debido a su consumo directo o indirecto por la población. En los últimos 20 años, dos fenómenos han afectado la producción de leche en la República Dominicana: el crecimiento de importaciones de leche en polvo, incluye derivados y altos costos de producción de leche; lo que se traduce al final como una actividad poco rentable, hasta lograr su virtual desaparición en las zonas ganaderas más importantes del país. (Galván, 2013). El Ministerio de Agricultura, la ganadería bovina cuenta con 1.9 millones de cabezas, correspondiendo el 16% a ganado de leche con una producción de 669,193 millones de litros en el 2013 y representando el 7.49% del valor de la producción agropecuaria.

La rentabilidad es un indicador cuantitativo del éxito competitivo que estima en términos económicos la eficiencia y productividad obtenidas de un ámbito específico (Aragón y Rubio, 2005). Lobos, Soto, Zenteno y Prizant (2001) realizaron una investigación basándose en diferentes autores y concluyeron que la rentabilidad en producción de leche varía dependiendo de factores que determinan los resultados económicos de una producción lechera como la alimentación y nutrición, genética, reproducción, salud animal, manejo del medio ambiente, tamaño adecuado del rebaño y producción por vaca. La información oficial más reciente en República Dominicana acerca de este tipo de producción es la publicada en el censo de 1998 y considerando la importancia que le otorgan diversos autores a dichos factores que determinan la rentabilidad de la empresa lechera el objetivo fue realizar un estudio descriptivo para caracterizar los sistemas de producción bovina de leche en Republica Dominicana.

### METODOLOGÍA

La República Dominicana se sitúa en la parte oriental de la isla La Española en el Mar Caribe a 19° 00' N, 70° 40' W, limita al norte con el Océano Atlántico a lo largo de 586 km; al sur con el Mar Caribe en una distancia de 545 km; al oeste con Haití en 276 km de frontera y al este con el Canal de la Mona, de donde la República Dominicana ocupa dos tercios de la extensión, con una

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
Correo electrónico: phamela.acosta@gmail.com

superficie total de 48,730 km<sup>2</sup>. Su clima es predominantemente tropical con temperaturas que oscilan entre 25 °C y 35 °C.

Para la selección de los hatos se realizó una convocatoria a las nueve provincias de mayor producción de leche de la República Dominicana, entre ellas: Peravia, Santo Domingo, Monte Plata, San Pedro de Macorís, Hato Mayor, Puerto Plata, La Vega, Sánchez Ramírez y María Trinidad Sánchez, de las cuales se seleccionaron 15 hatos lecheros. A los hatos seleccionados se les aplicó una encuesta compuesta por 46 preguntas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La encuesta fue clasificada en tres categorías: características del productor, del hato y los sistemas de producción. Los resultados obtenidos de los 15 hatos encuestados fueron los siguientes:

### Características del productor

El 100% de los productores se dedicaban exclusivamente a la producción lechera. Mencionaron que todos reciben asistencia técnica, y ofrecen estos servicios en igual porcentaje los técnicos oficiales y privados con un 28.57%, el restante 42.86% es ofrecido por varias fuentes (asociaciones, técnicos) con visitas al hato cuando se requiere en la mayoría de los casos. Asimismo, 50% de los productores encuestados hacen referencia a que han recibido algún tipo de entrenamiento o capacitación, aunque 92.85 % de los mismos tiene más de 10 años de experiencia en la explotación ganadera.

### Características del hato

En cuanto a las características del hato se mostró que el método de registro de los animales es variado, el más utilizado es el de las fichas con 38.46% y el menos el cuaderno con 15.38%.

En lo referente al agua, pastos y forrajes, se obtuvo que 50% de los productores obtienen el agua por medio de un pozo, seguido del río con 28.57%; asimismo, las explotaciones se encontraban en un terreno llano 57.14% y 35.76% una topografía de tipo ondulado. En la Figura 1 se muestran algunas de las características de los hatos muestreados. Acerca del sistema de producción utilizado en estos hatos, 50% de ellos utilizan el sistema semiintensivo, a continuación del sistema intensivo con 28.57% y el restante 21.42% corresponde a la utilización de un sistema extensivo.

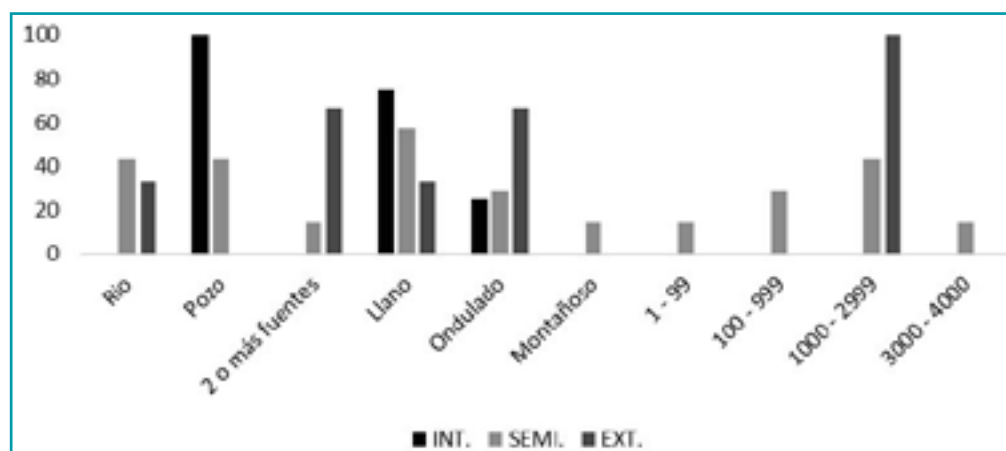


Figura 1. Características de los hatos de República Dominicana.

La cantidad de terreno en el hato es dedicado al pastoreo y se observó que 42.85% de estos poseen de 1,000 a 2,999 tareas, seguido con 28.56%, las que poseen de 100 a 999 tareas en el sistema semiintensivo; en el sistema extensivo, 100% de los productores poseen de 1,000 a 2,999 tareas. Asimismo, 100% de los productores encuestados tienen establos en su hato y el material utilizado para su construcción es aluzinc con 64.28% y zinc con 21.42% en el techo, del material utilizado para el piso, 92.85% utiliza cemento y el restante 7.14% es de tierra. Con respecto a las instalaciones (sala de ordeño) que poseen los hatos, 57.14% tienen seis o más, seguido de 21.42%, con cinco instalaciones (sala de ordeño, becerrerías, corral de altas, medianas o bajas productoras, entre otras).

### Características de los sistemas de producción

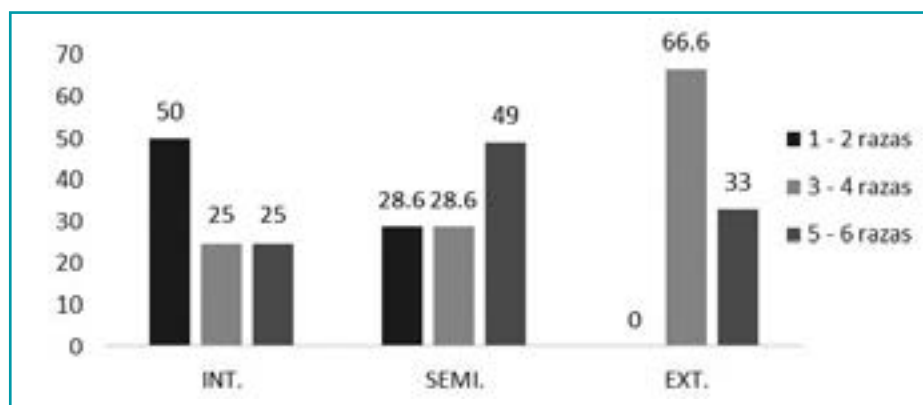
En lo referente al tipo de alimentación utilizada, es variable según el sistema de producción, en la tabla 1 se observa el tipo de alimentación y predomina en todos los sistemas con más de 50% la que es a base de forraje y concentrado. Asimismo, 80% de todos los productores utilizan aditivos como vitaminas o minerales.

**Tabla 1.** Tipo de alimentación

TIPO	TIPO DE SISTEMA		
	INT.	SEMI.	EXT.
Forraje	-	28.56%	-
Forraje + Concentrado	75%	71.44%	100%
Forraje + Ensilado	25%	-	-

En lo referente al manejo, los tipos de razas utilizadas se observa en la figura 2 que en el sistema intensivo 50% de los encuestados utiliza de 1 a 2 razas, en el sistema semiintensivo 48.88% de cinco a seis razas y que 66.6% de los productores del sistema extensivo utiliza de tres a cuatro razas. Dentro de las razas utilizadas se encuentran en orden de utilización ganado Holstein, Jersey, Gil lechero, Criollo, Brahmán, así como sus diferentes mestizajes.

En lo que respecta a la cantidad de cabezas de ganado se observó que en el sistema intensivo 50% posee entre 151 y 250 animales y el restante 50% de estos tiene más de 250 ejemplares, en el sistema semiintensivo se observó que 42.85% de ellos poseen de 151 a 250, al igual que el sistema extensivo con 66.6%, seguido con 28.56% los que poseen 51 a 150 ejemplares en el sistema semiintensivo y los que poseen de 1 a 50 animales en el sistema extensivo con 33.3%. La forma de reproducción más utilizada en todos los sistemas es por monta natural con más de 50% de los hatos encuestados, seguido por la inseminación artificial con 21.43% y 13% en el sistema



**Figura 2.** Presenta el porcentaje de tipo de razas que tienen los tres tipos de explotación identificados como intensivo (INT), semiintensivo (SEMI) y extensivo (EXT).

semiintensivo y sistema intensivo y, por último, el trasplante de embriones característico del sistema intensivo con 13%.

Asimismo, de lo que son los parámetros reproductivos presentados en la tabla 2 se observa que existen similitudes entre los tres tipos de sistemas, como es intervalo entre partos con 13 meses promedio y peso al primer servicio que va desde 300 libras a más de 350 libras. De igual manera, más de 60% de los productores realiza chequeo de preñez a sus vacas sin tomar en cuenta el tipo de sistema de producción.

**Tabla 2.** Parámetros reproductivos

PARÁMETRO	TIPO DE SISTEMA		
	INT.	SEMI.	EXT.
Peso al nacer	75 – 100 lb.	1 – 24 lb.	25 lb.
Peso al primer servicio	+ 350 lb.	300 lb.	325 lb.
Edad al primer servicio	16 – 20 meses	16 – 20 meses	25.5 meses
Inter entre partos	13 meses	13 meses	13 meses
Relación vaca/toro	65:1	23:1	29:1

Por lo que respecta a las prácticas profilácticas y pruebas sanitarias mostradas en la tabla 3 se observó que 100% de los hatos vacunan a su ganado en el sistema semiintensivo, así como en el extensivo más de 70% de estos utilizan al menos una vacuna, en el sistema intensivo 50% usan tres o más vacunas. Todos los productores realizan pruebas de brucelosis y tuberculosis.

Entre las principales causas de muerte se observa, que en el sistema intensivo, 50% de muerte súbita del animal, en igual porcentaje los parásitos externos y mal manejo con 25% respectivamente. En el sistema semiintensivo, 57.12% de las muertes se debe a mal manejo, seguido de la muerte súbita con 14.28% y en el sistema extensivo las muertes se deben de igual manera a parásitos externos, mal manejo y muerte súbita, con 33.3% en cada una de las causas.

**Tabla 3.** Prácticas profilácticas y pruebas sanitarias

	TIPO DE SISTEMA		
	INT.	SEMI.	EXT.
<b>Vacunan al ganado</b>	SI	SI	SI
a) 1 vacuna	25%	71.44%	100%
b) 2 vacunas	25%	28.56%	-
c) 3 o + vacunas	50%	-	-
<b>Realizan pruebas al ganado</b>	SI	SI	SI
Brucelosis y tuberculosis	100%	100%	100%

Por lo que respecta a la producción de leche, es variada y depende del tipo de sistema de producción, como puede observarse en la tabla 4, en donde están el promedio de vacas en ordeño dependiendo el tipo de sistema de producción, así como la producción total por día en litros y el promedio por vaca.

**Tabla 4.** Producción de leche

	TIPO DE SISTEMA		
	INT.	SEMI.	EXT.
N° Vacas en ordeño	130	84	147
Producción l/día	1,857.25	858.5	766.6
Promedio/vaca/día	14.29	8.8	5.21

En lo referente al tipo de ordeño utilizado en el sistema intensivo, todos los productores utilizan ordeño mecánico, en el sistema semiintensivo, 42.85% utiliza ordeño mecánico y el otro 42.58% lo realiza de manera manual; en el sistema extensivo 66.6% lo realiza de manera mecánica y el restante 33.3% de manera manual. De igual manera, 100% de los hatos ordeña dos veces al día sin importar el tipo de sistema utilizado.

## CONCLUSIONES

Con la información recabada mediante esta investigación se han podido caracterizar los aspectos más relevantes de los sistemas de producción bovina de las principales provincias lecheras del país.

Los productores tienen una amplia experiencia en este tipo de actividad y, asimismo, buscan orientación técnica para mejorar sus prácticas de manejo y así contribuir al aumento de la productividad del hato.

En la mayoría de los hatos la alimentación se basa en el consumo de forrajes, que dados por el clima de la zona y su baja calidad nutricional, han afectado la productividad de los hatos.

El sistema semiintensivo es el más utilizado debido a que es el que más se adapta a las condiciones climáticas, topográficas y económicas del país.

La frecuencia con que se realizan las prácticas sanitarias y la baja mortalidad observada indican que estas son conocidas por el productor y él reconoce las bondades de efectuarlas.

El bajo nivel productivo observado en la mayoría de los hatos probablemente se deba a la alimentación suministrada, tanto como a los factores genéticos y al manejo del hato.

## REFERENCIAS

- ARAGÓN, A. y RUBIO, A. (2005). Factores explicativos del éxito competitivo. El caso de las PyMEs del Estado de Veracruz. *CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN*, 216(2): 35-69.
- LOBOS, G., SOTO, R., ZENTENO, N. y PRIZANT, A. (2001). Análisis de eficiencia y rentabilidad económica en dos lecherías de la Región del Maule, Chile. *Agricultura Técnica*, 61(3): 367-378.

### Dictiotopografía

- GALVÁN, H. (6 de junio de 2013). La Industria Lechera y el desarrollo de la República Dominicana. *El Día*. Recuperado de <http://eldia.com.do/la-industria-lechera-y-el-desarrollo-de-la-republica-dominicana/>

## EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE LA VAINA DEL MEZQUITE (*Prosopis glandulosa*)

Leslya Ivonne Soria Rodríguez<sup>1</sup>, Ignacio Mejía Haro, Mónica González Reyes, José Manuel Martínez Mireles

**Palabras clave:** mezquite, análisis bromatológico, digestibilidad.

### INTRODUCCIÓN

El mezquite es un árbol representativo del norte de México y del sudoeste de Estados Unidos, es espinoso, perenne, nativo de regiones áridas y semiáridas; es uno de los recursos naturales con alto valor cultural, ambiental y comercial para la población pero no es valorado por la escasa información que existe. En la República Mexicana habitan de manera nativa 10 especies: *Prosopis articulata*, *P. glandulosa glandulosa*, *P. glandulosa torreyana*, *P. laevigata*, *P. juliflora*, *P. palmeri*, *P. pubescens*, *P. reptans cinerascens*, *P. tamaulipana* y *P. velutina* en 26 estados diferentes (haciendo un recurso económico de usar). En la época prehispánica los chichimecas tuvieron en el mezquite una planta básica para su alimentación; desde ese tiempo hasta la fecha se le han encontrado atributos como: alimento, muebles, combustible, sombra, medicina, juguetes, carbón, forraje. Su raíz puede llegar hasta 50 m de profundidad, lo que les permite sobrevivir a las sequías y a su vez actúa como indicador del manto freático. Controla la erosión del suelo al fijar nitrógeno y lo hace más fértil.

Sin embargo, la evolución científica desde el siglo XIX ha ido valorando otros atributos del mezquite, se enfocan en una solución acuosa espesa secretada por el árbol de forma natural para prevenir la desecación del tejido cuando está herido en su corteza o ramas. Libera ese exudado para evitar el ingreso de agentes patógenos hacia la planta, es similar a la goma arábiga. Existen dos tipos: una de color ámbar o blanca que es utilizada en medicina, gaseosas y golosinas para niños, la otra es color negro, quebradiza, rígida y astringente al gusto, con un alto contenido de taninos (Anderson y Weiping, 1989) (aproximadamente 5 al 9%) que se usa como colorante. El inconveniente de estos compuestos polifenólicos es la tendencia a producir cáncer en el humano (Conafor, 2009).

Este tipo de árbol de la familia de las gramíneas produce un fruto en forma de vaina conocida como pechita, mide de 15 a 20 cm y contiene de 12 a 20 semillas que al molerlas forman una harina, la cual puede darse como ingrediente no convencional en las dietas para los animales. Es aceptada por ellos debido a su sabor dulce y por el alto contenido de azúcar que

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
Correo electrónico: ivonne\_782001@yahoo.com.mx

contiene se considera como una fuente de energía. Los frutos requieren aproximadamente tres meses para madurar y están expuestos a fuertes ataques por parte de los insectos. La fructificación se extiende de mayo a agosto y se cosecha entre agosto y octubre. Su aprovechamiento es mediante recolección manual. Los rendimientos productivos de vaina son de 15 a 20 kg por árbol o 4,000 a 5,000 kg/ha. Para obtener 1 kg de harina de mezquite se necesita recolectar 2.8 kg de vaina de mezquite.

Después de recolectar la vaina de mezquite se deja secar al sol durante tres días. Una vez que ha perdido gran parte de la humedad se muele en molino con criba media con el objetivo de que las semillas se quiebren o se muelan y los animales puedan aprovecharla. Una vez hecho esto, se proporciona al rumiante con los demás ingredientes. Su calidad nutritiva puede alcanzar hasta 13% de proteína cruda; aporta calcio, sodio, fósforo, potasio, magnesio, hierro y vitaminas del complejo B, carbohidratos solubles como glucosa, xilosa, manosa y 21 aminoácidos (INIFAP, 2005). Solo se debe tener una pequeña consideración al formular dietas con vaina de mezquite; no se puede almacenar por periodos prolongados debido a que se presentan insectos cuyo ciclo de vida está asociado al de la vaina, además se han detectado presencia de aflatoxinas, crecimiento de los hongos que deterioran la calidad del producto. El objetivo de esta investigación fue determinar la composición nutricional de la vaina de mezquite (*Prosopis glandulosa*).

## METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó en el Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes (ITEL), ubicado en la carretera Aguascalientes–San Luis Potosí kilómetro 18. Se inició con la colecta de la vaina de mezquite en la región de El Llano, Aguascalientes, en el mes de agosto de 2014, se secó y molió en un molino de martillos, posteriormente se tomaron muestras para su análisis en forma de harina (Tratamiento 1), cernida para eliminar las semillas y sin cernir (Tratamiento 2), que incluía a las semillas propias de la vaina. Se utilizaron las técnicas de la AOAC (2000) y Van Soest et al. (1991) para determinar su composición nutricional y la técnica de digestibilidad in situ para obtener su porcentaje de digestibilidad ruminal. La digestibilidad in situ se realizó con cuatro vacas fistuladas ruminalmente y se usó la técnica de las bolsas de nylon ANKOM con dos tiempos de exposición (24 y 48 h) con cuatro repeticiones por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez conocidos los análisis de laboratorio sobre la composición nutricional de la harina de la vaina del mezquite (Tabla 1), se observó que el nutriente que más destacó fue la proteína cruda cernida y sin cernir; los valores arrojados para esta variable fueron de 13 y 14%, respectivamente, coincidieron con los datos reportados por Cataño (1966), Cházaro Basáñez (1977); Romero y Jorge (2004) con un rango de 13 a 16%.

Los contenidos de la fibra detergente neutra y ácida son importantes e influyen en la digestibilidad y consumo voluntario de un forraje o dieta en general. El análisis de laboratorio reportó valores medios de 33.8 y 41.4% de FDN para la harina de la vaina del mezquite cernida y sin cernir, respectivamente; valores que no se consideran excesivos y que podrían afectar drásticamente la digestibilidad del alimento. Por el contrario, aseguran un porcentaje adecuado en las dietas integrales para no tener problemas de acidosis ruminal debida a falta de alimentos fibrosos, requeridos para producir salivación y amortiguación del pH ruminal. Igualmente, la mayor parte de esta fibra total correspondió a FDA, que está correlacionada con la digestibilidad del forraje. Colomo (2015) consideró que si la cosecha se presenta en los meses de julio a septiembre -esto relacionado con las estaciones del año-, el fruto verde contiene 35.5% y el fruto maduro 24.73%.



**Tabla 1.** Composición bromatológica de la harina de la vaina del mezquite\*\* (%)

	HVM cernida	(T1)	HVM sin cernir	(T2)
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Humedad	9.43		7.03	
M.S.		90.57		92.97
Ceniza	3.90	4.31	4.77	5.13
Proteína cruda	13.04	14.40	12.29	13.22
Grasa cruda	2.34	2.58	1.88	2.02
Fibra cruda	19.09	21.08	24.64	26.50
E.L.N.	52.20	57.63	49.39	53.12
F.D.A.	22.69	25.05	32.25	34.69
F.D.N.	30.67	33.86	38.56	41.48
C.N.F.	40.62	44.85	35.47	38.15
P.D.	8.96	9.90	8.18	8.80
T.N.D.	63.22	69.81	60.00	64.54
E.N.I. (Mcal/kg)	1.44	1.59	1.36	1.46
E.N.m. Mcal/kg)	1.46	1.61	1.36	1.46
E.N.g. (Mcal/kg)	0.83	0.92	0.71	0.76

\*\* Análisis realizado por FOGASA.

E.L.N.= Elemento libre de nitrógeno; T.N.D.= Total de nutrientes digestibles; F.D.A.= Fibra detergente ácido; E.N.L.= Energía neta de lactancia; F.D.N.= Fibra detergente neutro; C.N.F.= Carbohidratos no fibrosos; P.D.= Proteína digestible; E.N.m.= Energía neta de mantenimiento; E.N.g.= Energía neta de ganancia.

**Tabla 2.** Porcentaje de la digestibilidad *in situ* de la vaina del mezquite

VACA	24 h		48 h	
	HVM CERNIDA	HVM SIN CERNIR	HVM CERNIDA	HVM SIN CERNIR
1	33.61 <sup>a</sup>	48.0 <sup>a</sup>	52.83 <sup>y</sup>	46.0 <sup>y</sup>
2	35.14 <sup>a</sup>	51.8 <sup>a</sup>	53.71 <sup>y</sup>	51.79 <sup>y</sup>
3	29.86 <sup>a</sup>	45.7 <sup>a</sup>	57.36 <sup>y</sup>	45.69 <sup>y</sup>
4	29.86 <sup>a</sup>	47.1 <sup>a</sup>	60.06 <sup>y</sup>	47.09 <sup>y</sup>
X	32.11	48.1	55.99	47.64
C.V.%	24.2	24.2	18.56	18.56

Harina de la vaina del mezquite cernida; harina de la vaina del mezquite con la semilla de la vaina.

La composición nutricional de la harina de la vaina del mezquite permite ofrecerla a los rumiantes (incluyendo a los borregos) como dietas no convencionales porque aporta buen porcentaje de proteína (14.4), esto se debe al contenido de nitrógeno que fija el propio árbol para su metabolismo y funcionamiento. Gómez (1970) y estudios realizados en el INIREB (1982) hasta la fecha, mencionan que la harina de la vaina del mezquite presenta un sabor dulce debido a la glucosa, xilosa y manosa, haciéndola muy palatable, y que su aprovechamiento va en función de la fisiología de la planta; ya que según el tiempo de cosecha es la cantidad de nutrientes que aporta.

Se obtuvo una digestibilidad de 32.11% para T1, de 55.99% para T2 a las 24 h; de 48.1% para T1 y de 47.64% para T2 a las 48 h (Tabla 2); los valores obtenidos para 48 h se consideran medianamente buenos y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los dos tiempos de exposición ruminal a una p de 0.05. Sin embargo, sí se observan diferencias aritméticas hasta de ocho unidades porcentuales a favor de la vaina cernida.

## CONCLUSIONES

En la composición nutricional de la vaina del mezquite sobresale su alto contenido proteico, el cual supera a todos los granos de los cereales utilizados en dietas para ganado. También el contenido energético es alto, debido a la cantidad considerable de azúcares y almidón.

La digestibilidad ruminal *in situ* de la vaina del mezquite es rápida y adecuada en ambas formas evaluadas, y más alta cuando se excluye la semilla de este; sin embargo, no es práctico excluirla.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, D. M. W. & WEIPING, W. (1989). The characterization of proteinaceous *Prosopis mesquite* gums which are not permitted food additives. *Food Hydrocolloids*, 3: 235-242.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000). *Official methods of analysis*. (17° ed.). MD, US: Ed Gaithersburg-Association of Official Analytical Chemists.
- CONAFOR. (2009). *Uso del mezquite como fuente de polisacáridos de alto valor agregado*. Comisión Nacional Forestal. Ficha de información comercial de productos forestales. 13 pp.
- CATAÑO, C. E. (1966). *Digestibilidad y aceptación del mezquite con harinolina y urea en ganado bovino lechero*. Tesis profesional (pp. 42-44). Monterrey N. L.: Tecnológico de Monterrey.
- COLOMO, RODRÍGUEZ, R. A. (2015). *Características del mezquite (Prosopis juliflora) y su uso en la ganadería y rehabilitación de pastizales*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 41 pp.
- CHÁZARO BASÁÑEZ, M. de J. (1977). *Huizache, Acacia pennatula. Una invasora de Veracruz* (pp. 3-15). Xalapa, Veracruz, México: INIREB, A. C.
- GÓMEZ, L. (1970). Importancia económica de los mezquites (*Prosopis* spp.) en algunos estados de la República Mexicana. En F. Gómez L., J. Signoret P. & C. Abuin M. (Eds.), *Mezquites y Huizaches* (pp. 1-69). México: Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (2005). *Innovaciones Tecnológicas 2004. (Para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales)*. Folleto Técnico No. 3. México: Autor.
- INIREB (Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos) (1982). *El Mezquite*. Comunicado no. 6. México, D. F.-Xalapa, Veracruz, México: Autor.
- ROMERO, P. R. J. y JORGE, U. M. (2004). Suplementación con costilla de vaca y vaina de mezquite a cabras en lactancia. *Memoria 25ª Semana Internacional de Agronomía*. Septiembre 2013. Gómez Palacio, Durango, México.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. & LEWIS, B. A. (1991). Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

### Dictiotipografía

- PAREDES RUBIO, J. R. y URRUTIA MORALES, J. (2004). *Suplementación en costilla de vaca y vaina de mezquite a cabras en lactancia*. Desplegable para productores No. 16. Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/handle/123456789/355>
- CERVANTES RAMÍREZ, M. C. (2003). El mezquite (*Prosopis* spp.). *Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México* [Textos selectos de Geografía de México]. México: UNAM. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/449655/mezquite>

## VALOR NUTRICIONAL DEL BAGAZO DE MANZANA FERMENTADO CON SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS PARA LA ALIMENTACIÓN DE BORREGOS EN ENGORDA

Ignacio Mejía Haro<sup>1</sup>, Maritza De Alba González, Mónica González Reyes, José A. Aguilar Nieto, José Manuel Martínez Mireles, José Mejía Haro

**Palabras clave:** bagazo de manzana, pomasa, ovinos.

### INTRODUCCIÓN

Tanto la manzana de desecho como los subproductos que aporta la industrialización de esta fruta representan una fuente potencial de alimento para los rumiantes, con la ventaja de ser de bajo costo y de poseer nutrientes altamente fermentables por microorganismos como levaduras y bacterias. Durante la fermentación en estado sólido de subproductos agroindustriales ricos en azúcares y celulósicos, como los de la manzana, la energía de esos carbohidratos y la urea como fuente de nitrógeno son utilizados para el crecimiento de la microflora normal existente en estos subproductos. El bagazo de manzana es pobre en aporte de proteínas, así que el potencial nutritivo estaría dado fundamentalmente por su contenido energético, proveniente de un contenido importante de fibra detergente neutra digestible, de carbohidratos solubles y se le considera un recurso altamente palatable para el ganado (Carson, Collins & Penfield, 1994).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta productiva y fermentación ruminal de borregos en engorda alimentados con dietas que incluían bagazo de manzana fermentado con subproductos agropecuarios (pollinaza, cascarilla de soya, entre otros), urea, microminerales y levaduras.

### METODOLOGÍA

Esta investigación fue realizada en la unidad pecuaria del Instituto Tecnológico El Llano, ubicado en el kilómetro 18, carretera Aguascalientes-San Luis Potosí. Consistió en una prueba de comportamiento productivo de 77 días, en dos etapas: desarrollo y finalización, y en la penúltima semana se obtuvo líquido ruminal de los borregos mediante una bomba de vacío y sonda para el análisis de pH ruminal, ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). También se determinó la digestibilidad in situ de la MS utilizando 2 vacas fistuladas ruminalmente. Se utilizaron 18 borregos macho enteros, cruza Dorper-Kathadin (20 ± 2.55 kg, PV) alojados en jaulas individuales provistas de comedero y bebedero, los cuales fueron desparasitados, vacunados y a los cuales se les aplicó una inyección de vitaminas ADE. La adaptación a las dietas experimentales duró 15 d, el alimento se proporcionó una vez al día a las 09:00 h. Los tratamientos fueron los siguientes: T1) dieta sin bagazo de manzana (control); T2) dieta con 20% de ensilado de bagazo de manzana; T3) dieta con 40% de ensilado de bagazo de manzana.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
\* Correo electrónico: ignaciomh@hotmail.com

En las muestras de las dietas se midió MS y el análisis bromatológico se realizó de acuerdo a AOAC (2000), fibra detergente neutra y ácida (FDN y FDA) (Van Soest, Robertson & Lewis, 1991). Las variables de respuesta fueron las siguientes: 1) consumo de alimento (CMS) registrado diariamente; 2) ganancia diaria promedio de peso (GDP); 3) conversión alimenticia (CA). Producción de AGV mediante cromatografía de gases de acuerdo con Erwin, Marco y Emery (1961), N<sub>-NH3</sub> determinado mediante espectrofotómetro (VARIAN CARY-1E) de acuerdo con McCullough (1967). El pH se determinó usando un potenciómetro portátil HannaHU98130 (Hanna Instruments Inc., Romania) al momento de obtener la muestra de líquido ruminal. El muestreo se realizó 6 h después de suministrar el alimento por la mañana. Se obtuvo un promedio de 150 ml de líquido ruminal por borrego, utilizando una bomba de extracción conectada a una sonda esofágica-ruminal ½”.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, considerando a cada animal como la unidad experimental. Los datos se analizaron con el programa SAS usando el PV inicial como covariable y la comparación de medias fue por el procedimiento de Tukey .

**Tabla 1.** Dietas experimentales y composición química.

INGREDIENTES	CONTROL	20% EBM	40% EBM
Alfalfa	30	25	19.75
Harina de soya	15	5.5	0
Sorgo	13.3	8.2	4.65
Melaza	8	8	8
Sebo	3	5.6	6.5
Maíz rolado	16	6	0
Harina de carne	5	5	4
Microminerales	0.1	0.1	0.1
Sal común	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de sodio	1	1	1
Aluminosilicatos	0.3	0.3	0.3
Urea	0	0	0.4
Soy plus	0	9	9
Ensilado de bagazo de manzana	0	20	40
Harinolina	0	6	6
COMPOSICIÓN QUÍMICA*			
MS %	93.09	92.92	92.57
PC %	21.7	22.22	22.40
EE %	5.79	7.4	7.78
Cenizas %	9.85	12.68	15.56
CNF %	46.31	38.13	32.03
FDN %	16.35	18.4	18.52
FDA %	11.01	12.99	11.61
TND**	75.56	72.62	71.32
EM (Mcal/kg)**	2.579	2.579	2.574
Ca **	0.94	0.93	0.83
P**	0.53	0.56	0.51
% Digestibilidad <i>in situ</i>	62	60	60

\*Análisis hechos en laboratorio, \*\*Calculado de tablas del NRC (1985). \*Incubación de las dietas tratamiento a evaluar (cuatro repeticiones por tratamientos) por 48 h en 2 vacas fistuladas del rumen de acuerdo con el método descrito por Orskov y MacDonald (1980).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento (CMS) en la etapa de desarrollo (tabla 2) fue mayor ( $P \leq .05$ ) en borregos del tratamiento 40% EBM, que en los de los tratamientos CONTROL y 20% EBM. Sin embargo, en la etapa de finalización no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P \geq .05$ ). Posiblemente, la palatabilidad del bagazo de manzana ensilado influyó en el incremento del consumo por los borregos de 40% EBM; y este incremento ya no se reflejó en la etapa de engorda o finalización debido a que la totalidad de los borregos estaban completamente adaptados a sus respectivas dietas.

En ganancia diaria de peso (tablas 2 y 3) no se observaron diferencias estadísticas ( $P \geq .05$ ) entre los tratamientos, tanto en la etapa de desarrollo como en la de finalización. Mora de Alba (2013) obtuvo ganancias de peso de 183 y 148 g/d cuando utilizó bagazo de manzana ensilado en dietas para borregas de reemplazo con y sin pollinaza, respectivamente; estos valores son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, en parte se debe al sexo y también a la respuesta a las dietas. Taasoli y Kafilzadeh (2008) en ovinos macho alimentados con dietas similares incluyendo pomasa de manzana ensilada o seca obtuvieron ganancias diarias de peso de 200 y 192 g, respectivamente, valores que están por debajo a los obtenidos en este estudio. Esto debido en parte a que en su investigación utilizaron concentraciones altas de fibra y no incluyeron melaza como saborizante en el ensilado de bagazo de manzana.

En ganancia total por periodo (GTP) no se observaron diferencias estadísticas ( $P \geq .05$ ) entre tratamientos, tanto en la etapa de desarrollo como en la de finalización (tabla 2 y 3). Esto se puede deber a la buena adaptación que tuvieron los borregos con el bagazo de manzana de los tratamientos 20% EBM y 40% EBM, y no se afectó en lo absoluto el consumo y eficiencia de la dieta con respecto al grupo testigo.

En conversión alimenticia (CA) en la etapa de desarrollo (tabla 2) se obtuvieron valores más bajos en los tratamientos CONTROL y 20% EBM que el tratamiento 40% EBM ( $P \leq .05$ ), esto se puede deber a la cantidad de humedad alta que presenta el bagazo de manzana y precisamente el tratamiento 40% EBM fue el que contenía la mayor cantidad de bagazo; en etapa de finalización, la conversión alimenticia no mostró diferencia estadística ( $P \geq .05$ ) entre los tres tratamientos. Sin embargo, en la etapa de desarrollo existe una diferencia aritmética considerable entre los tratamientos CONTROL y 20% EBM con el tratamiento 40% EBM, lo que económicamente favorece a los primeros. Los valores de CA obtenidos son superiores a los reportados por Taasoli y Kafilzadeh (2008) en ovinos macho alimentados con dietas similares incluyendo pomasa de manzana ensilada o seca, en parte debido a que en su investigación utilizaron concentraciones altas de fibra y no incluyeron melaza como saborizante en el ensilado de bagazo de manzana.

En peso final (PF) no hubo diferencia estadística ( $P \geq .05$ ) entre los tratamientos en las etapas de desarrollo y finalización (tablas 2 y 3). Esto puede deberse a la respuesta similar a las tres dietas-tratamiento utilizadas y a que los borregos de los tres tratamientos tuvieron un peso inicial similar, tanto en la etapa de desarrollo como en la de finalización, así como a la similitud en contenido energético y proteico de las dietas.

La concentración de ácidos grasos volátiles (AGVt) (Tabla 4) fue mayor en el T3 con respecto al T1 y T2 ( $p < 0.05$ ), y no se observaron diferencias entre estos últimos. La proporción de acetato fue similar entre los tratamientos ( $p > .05$ ) y la de propionato fue mayor en T1 ( $p > .05$ ) que en los tratamientos con bagazo de manzana. El butirato fue mayor ( $p < .05$ ) en T3 que en T1, y similar entre T1 y T2. La relación acetato:propionato fue mayor en T3 que en T1 y no se observaron diferencias entre T1 y T2, ( $p > 0.05$ ); la proporción de A:P en T3 indica que por cada 2.6 unidades de acetato se obtiene una unidad de propionato, resultados similares (58:29:14) fueron obtenidos por Azuara Hernández (2012) con dietas similares.

La concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) en rumen es un balance entre la producción y su utilización o absorción, es además un nutriente crítico para los microorganismos ruminales y se ha reportado en concentraciones con un rango amplio, desde 1 hasta 22.1 mg/100 ml (Villalobos, 1993). En este estudio la concentración media fue mayor en los tratamientos 20% EBM y 40% EBM que en el grupo control (Tabla 4), en los primeros la concentración media se mantuvo en el rango de 5 a 8 mg/100 ml, reportado por Satter y Slyter (1974) considerado óptimo para una buena producción de proteína microbiana. Sin embargo, el grupo control obtuvo un valor medio menor a este rango, a pesar de que en su dieta se incluía pasta de soya pero carecía del bagazo de manzana, el cual produjo un mayor volumen y una degradación más lenta en los tratamientos CONTROL y 20% EBM.

En la prueba de digestibilidad in situ, los valores fueron adecuados y similares entre los tratamientos (tabla 1) y aunque los tratamientos con bagazo de manzana contenían una concentración mayor de fibra detergente neutra, los componentes de la misma son principalmente pectinas con un alto grado de digestibilidad.

## CONCLUSIONES

La inclusión de 20 y 40% de una mezcla de bagazo de manzana con subproductos agropecuarios en dietas integrales no afectó los parámetros productivos en borregos en desarrollo y engorda pero si expresó diferencias en los productos de la fermentación ruminal y redujo costos de producción de 9 a 18%.

**Tabla 2.** Comportamiento productivo de borregos en etapa de desarrollo alimentados con dietas adicionadas con ensilado de bagazo de manzana fermentado con subproductos agropecuarios

Variable	T1	T2	T3	C V %
CMS (g MS d <sup>-1</sup> )	1056 <sup>b</sup>	1175 <sup>b</sup>	1450 <sup>a</sup>	13.44
CMS (g kg <sup>-1</sup> PV. <sup>.75</sup> )	36.95 <sup>c</sup>	41.66 <sup>b</sup>	50.87 <sup>a</sup>	9.84
PV Inicial (kg)	23.23 <sup>a</sup>	22.56 <sup>a</sup>	23.20 <sup>a</sup>	9.59
PV Final (kg)	32.05 <sup>a</sup>	31.98 <sup>a</sup>	32.07 <sup>a</sup>	10.59
GDP (g d <sup>-1</sup> )	287 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>	287 <sup>a</sup>	18.36
CA	3.63 <sup>b</sup>	3.79 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	9.54

PV- peso vivo, p= .05.

**Tabla 3.** Comportamiento productivo de borregos en etapa de finalización alimentados con dietas adicionadas con ensilado de bagazo de manzana fermentado con subproductos agropecuarios

Variable	T1	T2	T3	CV %
CMS (g MS d <sup>-1</sup> )	2274 <sup>a</sup>	2110 <sup>a</sup>	2296 <sup>a</sup>	8.30
CMS (g kg <sup>-1</sup> PV. <sup>.75</sup> )	37.70 <sup>a</sup>	35.86 <sup>a</sup>	38.30 <sup>a</sup>	5.4
PV Inicial (kg)	32.05 <sup>a</sup>	31.98 <sup>a</sup>	32.07 <sup>a</sup>	10.59
PV Final (kg)	46.813 <sup>a</sup>	44.942 <sup>a</sup>	46.258 <sup>a</sup>	9.11
GDP (g d <sup>-1</sup> )	320 <sup>a</sup>	303 <sup>a</sup>	310 <sup>a</sup>	17.97
CA	4.78 <sup>a</sup>	4.57 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>	14.43

PV- peso vivo, p= .05.

**Tabla 4.** Concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), pH y nitrógeno amoniacal en borregos alimentados con dietas adicionadas con ensilado de manzana fermentado con subproductos agropecuarios

Variable		T1	T2	T3	CV%
AGVt	mmol	54.81 <sup>b</sup>	64.25 <sup>b</sup>	92.66 <sup>a</sup>	13.84
Acético	%	54.66 <sup>a</sup>	56.26 <sup>a</sup>	58.27 <sup>a</sup>	4.70
Propiónico	%	32.50 <sup>a</sup>	27.20 <sup>b</sup>	22.68 <sup>b</sup>	11.49
Butírico	%	12.81 <sup>b</sup>	16.56 <sup>ab</sup>	19.10 <sup>a</sup>	17.54
A:P		1.70 <sup>b</sup>	2.11 <sup>ab</sup>	2.60 <sup>a</sup>	15.52
N-NH <sub>3</sub> (mg/100 mL)		2.97 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>	7.28 <sup>a</sup>	56.75
pH ruminal		6.63	7.06	6.37	

p= .05.

## REFERENCIAS

- AZUARA HERNÁNDEZ, A. J. (2012). *Determinación de la concentración ideal de excretas fermentadas de pollo de engorda en alimentos de ovinos*. Tesis de Maestría. Aguascalientes: Instituto Tecnológico El Llano.
- CARSON, K. J., COLLINS, J. L. y PENFIELD, M. P. (1994). Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. *Journal of Food Science*, 59: 1213-1215.
- ERWIN, E. S., MARCO, G. J. & EMERY, E. M. (1961). Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, 44(9): 1768-1771.
- HORWITZ, W. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. Gaithersburg, Md: Ass. Off. Anal. Chem. International.
- MCCULLOUGH, H. (1967). The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clinica Chimica Acta*, 17(2): 297-304.
- MORA DE ALBA, M. E. (2013). *Uso del bagazo de manzano como fuente energética no convencional y su efecto combinado con pollinaza en corderas de reemplazo*. Tesis de Maestría. Aguascalientes, México: Instituto Tecnológico El Llano. 108 pp.
- NRC (National Research Council) (1985). *The nutrient requirements of Sheep*. Washington, DC, US: National Academy Press.
- ORSKOV, E. R., HOVELL, F. D. & MOULD, F. L. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5(3): 195-213.
- SATTER, L. D. y SLYTER, L. L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, 32(2): 199-208.
- TAASOLI, G. y KAFILZADEH, F. (2008). Effects of dried and ensiled Apple Pomace from puree making on performance of Finishing Lambs. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(2): 294-297.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. y LEWIS, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597.
- VILLALOBOS, G. (1993). *Integration of complementary forages with native range for efficient beef production in the Sandhills of Nebraska*. Ph.D. Dissertation. Lincoln, Nebraska, US: University of Nebraska.





**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**BIOMÉDICAS**



## FACTORES ASOCIADOS A LA CARIES DE LA INFANCIA TEMPRANA EN CINCO ESTANCIAS INFANTILES DE LA CIUDAD DE ZACATECAS. 2014

Rosa María Martínez Ortiz<sup>1</sup>, Jesús Andrés Tavizón García, María Glafira Villalobos Macías, Yajaira Luna Rodríguez, Ramona de la Cruz Hernández Puga

**Palabras clave:** factores asociados, caries de la infancia temprana.

### INTRODUCCIÓN

La caries de la infancia temprana (CIT) es un síndrome de naturaleza multifactorial. Uno de los factores más determinantes es el amamantamiento, por lo que es denominada “caries de biberón”, “caries de amamantamiento”, “caries de biberón nocturno”, “caries rampante”, entre otras. Todos estos términos representan una sola enfermedad. El CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) propuso que este cuadro multifactorial fuera denominado “*early childhood caries*” (ECC, por sus siglas en inglés) (Tinanoff & Reisine, 2009). Existen factores determinantes como la etnia no caucásica, el uso frecuente y descontrolado del biberón por la noche y la ausencia de remoción de la placa han sido establecidos por (Correa, 2009; Hallett & O’Rourke, 2006; Valaitis, Hesch, Passarelli, Sheehan & Sinton, 2000).

En el año 2003, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ofrece una visión general de la epidemiología mundial de la caries que confirma su distribución internacional. A nivel mundial, la OMS informa la prevalencia de caries en el niño en edad escolar de 60 a 90%.

Si bien la correlación entre las tasas de prevalencia de caries y el desarrollo nacional no está bien establecida, la OMS ha observado que los países desarrollados tienen tasas más altas de caries. La OMS ha atribuido estas diferencias a la relación de disponibilidad de azúcares simples en la dieta, al fluoruro y al tratamiento dental. El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) publicó en agosto de 2005 que había una alta prevalencia de caries dental en los niños, con 27% de los niños en edad preescolar, 42% de los niños en edad escolar y 91% de los adultos dentados con experiencia de caries (Edelstein, 2006; Milgrom & Weinstein, 2006; Vallejo Sánchez, Pontigo Loyola & Espinoza, 2006).

En Suecia reportan 9.5% para niños de 2 a 2.6 años de edad. En Inglaterra se encuentra prevalencia de 11% para niños de 2 años y de 29% para los de 3. En Tailandia, comunican 39.6% para los niños de 2 años y 70.9% para los de 4 (Grindejford, Dahllöf, Nilsson & Modéer, 1995; Milgrom & Weinstein, 2006).

1 Unidad Académica de Odontología, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: rortizavila@yahoo.com.mx

En Colombia, en los últimos años se le ha dado gran importancia a la caries en los niños, su prevalencia y aspecto clínico están comenzando a ser informados y valorados, lo cual se ha percibido en estudios realizados como la Investigación Nacional de Morbilidad Oral entre 1965 y 1966 y el II Estudio de Morbilidad Oral adelantado entre 1977 y 1980, en donde se informó un aumento en el número de personas con historia de caries en relación con el primer estudio (al pasar de 95.5% a 96.7%), lo cual condujo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) a clasificar a Colombia dentro de los países con alto índice de caries (Arango & Baena, 2004).

Un estudio realizado en México con 934 niños de entre 1 y 6 años de edad, encontró una prevalencia de caries de 37.1% con un índice ceo-d de 0.71 y, en cuanto a los factores de riesgo asociado con esta prevalencia, como parte del nivel socioeconómico, se informó, más baja escolaridad de padres, así como menor ingreso económico de estos (Arango & Baena, 2004). Su prevalencia está asociada a la lactancia materna nocturna, el uso frecuente de biberones cuyo contenido es líquido azucarado, a una pobre higiene oral y a la presencia de un alto nivel de estreptococos *Mutans*. Su prevalencia oscila entre 2.5 y 15%, cuando la causa es por biberón presenta cierto patrón que afecta a los dientes anterosuperiores, superficies labiales palatinas y margen gingival de los incisivos superiores deciduos, donde el *biofilm* dental suele acumularse. Esta enfermedad está asociada con factores físicos, biológicos y ambientales. Las lesiones aparecen después en los dientes posteriores, los primeros molares maxilares y mandibulares, en algunos casos caninos mandibulares (Dean, Avery & McDonald, 2014) debido al flujo salival y a la posición de la lengua.

El objetivo fue identificar a los niños de 3 a 5 años que presentan caries de la infancia temprana (CITS) en cinco estancias infantiles en el ciclo escolar 2014-2015 en la ciudad de Zacatecas; analizar los factores de higiene, así como la duración, contenido y frecuencia de la alimentación con biberón.

## METODOLOGÍA

Enfoque cuantitativo, descriptivo, transeccional. Muestra: 50 niños de 3 a 5 años. Universo: 5 estancias infantiles de la ciudad de Zacatecas. Inspección Clínica y Encuesta a los padres.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de los niños que presentaron caries de la infancia temprana fueron del género femenino con 58% y masculino con 42%. El mayor porcentaje de niños se ubicó en una edad comprendida entre 4-4.11 años con 52%, el 30% se ubicó entre los niños de 5-5.11 años, y por último el menor porcentaje de niños con 18%, entre 3-3.11 años. Sobre la persona responsable del cuidado del menor: 66% es madre, con 26% la abuela; 4% tía y 2% el padre y hermano, respectivamente. Con respecto a la asistencia a la guardería 80% no asistieron a la guardería y 20% sí. En cuanto a la aparición del primer diente se observa un mayor porcentaje con 44% después de los 6 meses.

En cuanto a la aparición de caries, 52% presentó caries a los 2 años de edad, 24% al año y medio, 2% y 4% presentaron antes del año y al año, respectivamente, y 18% no sabía que el niño presentaba caries, como se puede ver en la figura 1. Con respecto a los medios de higiene utilizados fueron: 95% utilizan pasta y cepillo, en menor porcentaje cepillo, pasta, gasa y cepillo, pasta y enjuagues. De acuerdo a quién realiza la higiene bucal del menor encontramos que 50% lo realizan



Figura 1. Aparición de caries.

ambos, 30% sólo el niño y 20% el adulto. Sobre la aplicación de flúor, al 76% de los niños no se les ha aplicado nunca y a 24% sí. Se indagó también sobre los hábitos que presentan los niños, esto se puede ver en la figura 2.

En los niños encuestados 18% tiene el hábito del biberón, 72% no presentó ningún hábito, 4% biberón y chupón simultáneamente y 4% otros. En relación con los medicamentos que se le han administrado, a 38% se le administró penicilina, a 24% nada, a 18% penicilina y vitaminas, a 6% vitaminas, a 4% medicamento para la diarrea, medicamentos para la diarrea y vitaminas, penicilina, medicamentos para la diarrea y vitaminas y a 2% medicamentos para la diarrea y vitaminas. En relación con el medicamento la presentación en jarabe fue de 28%, jarabe, inyección, suspensión y grageas 20%, suspensión 12%, jarabe y gotas 6%, suspensión y gotas e inyección 4% y un 24% nada. Ver figura 3.

Otro rubro investigado es acerca del conocimiento de los padres sobre el daño que causa el biberón; 80% sabían que es dañino, 12% no sabía y 8% no contestó. Al referirse al aspecto de la lactancia materna, con 76% se implementó, mientras con 24% no. El periodo de lactancia se presenta en la figura 4.

En cuanto al tiempo de lactancia; en 40% fue de 6 meses, en 22% de 1 año 6 meses, en 14% de más de 1 año 6 meses, 24% no contestó.

Se preguntó, asimismo, sobre el hábito de dormir con el biberón. Esto se puede ver en la figura 5.

Un porcentaje de 42% de los niños con caries de la infancia temprana duermen con el biberón en la boca, mientras que 8% no lo hacen. En relación con los líquidos administrados se presenta la figura 6.



Figura 2. Hábitos bucales del niño (a).

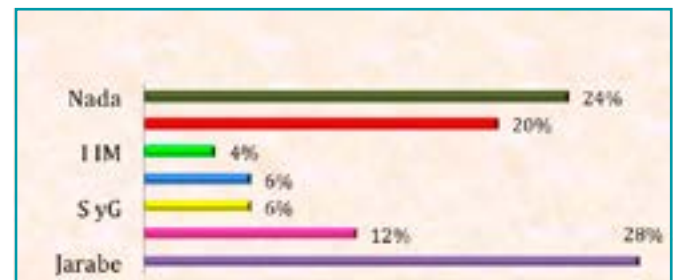


Figura 3. Presentación del medicamento.

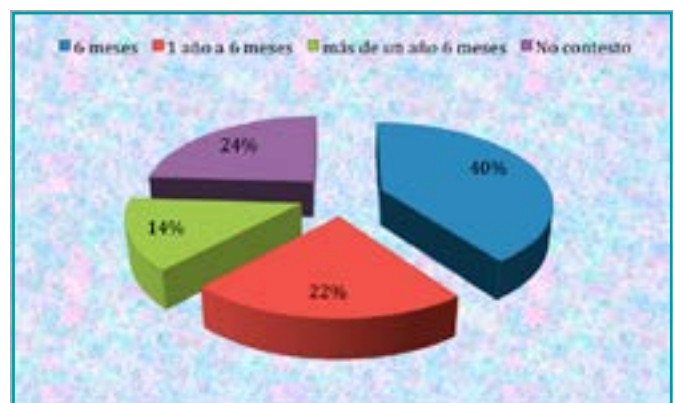


Figura 4. Periodo de lactancia.

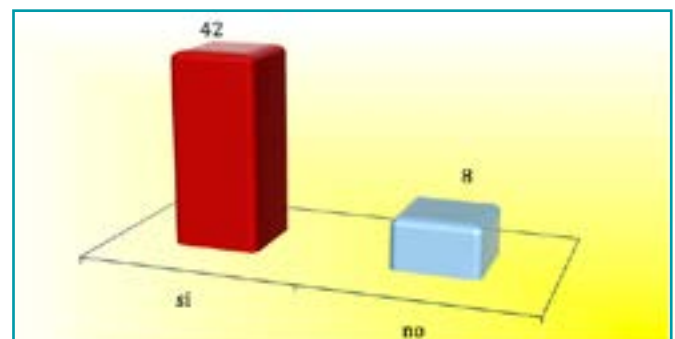
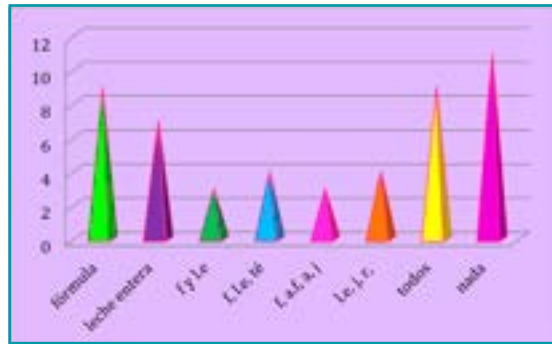


Figura 5. Duerme con el biberón en boca.



**Figura 6.** Líquidos administrados en el biberón.

En este rubro, se encontró que 9 niños toman fórmula; 7 leche entera; 3 fórmula y leche; 3 fórmula, leche entera, atole y jugo; 4 leche entera, jugo y refresco; 9 todos y 11 no contestaron nada. Del contenido del biberón, 50% lo endulza, 28% no y 22% no contestó. Con respecto al endulzante que utilizaba: 76% azúcar, 20% azúcar y miel y 4% miel.

La prevalencia de caries de la infancia temprana fue de 15%. Se coincide con lo expuesto por Cameron y Widman (2010), muestra la magnitud del problema y la necesidad de controlar o erradicar dichos factores interrelacionados.

Se detectaron un total de 50 niños entre los 3 y 5 años de edad, tanto del sexo femenino como masculino, en las 5 estancias públicas; el sexo femenino predominó sobre el masculino.

Un porcentaje de 40% de los niños de este estudio ocupan el primer lugar en la familia, lo que habla de la inexperiencia y sobreindulgencia de los padres de familia al crear un buen hábito de higiene bucal para prevenir la caries.

El 80% de los niños investigados no asiste a guardería, por esta razón se puede asumir que la posible causa es la falta de experiencia y conocimiento de los padres sobre el cuidado de los niños, así como una sobreprotección a los mismos, lo que ocasiona una continua administración del biberón y menor atención en la higiene bucal.

El 52% del total de la población presentó caries a los 2 años aproximadamente, por lo que se puede deducir según Caufield (1993) y Noriega que la ventana de infectividad es en esta edad y hay más susceptibilidad a la caries (Escobar Muñoz, 2004).

El 76% de los padres encuestados desconocía la utilización y existencia de flúor, por lo que nunca realizaron aplicación a los niños como medio de prevención para la aparición de caries.

Al 19% de los niños se les administró penicilina, el medicamento de mayor utilización en esas edades en una presentación de jarabe y suspensión; como menciona Casanueva, Kaufer Horwitz y Pérez Lizaur (2008) que estos contienen cantidades considerables de azúcar escondida. Donaldson, Goodchild y Epstein (2015) indican que tomar múltiples dosis de medicamentos líquidos que contienen azúcar pueden significar mayor riesgo de caries. Por otra parte, Rapiphe (2014) comenta que suministrar medicamentos durante el sueño, cuando los factores protectores están disminuidos representa un desafío cariogénico más en niños con enfermedades crónicas.

Al 76%, que representa la mayoría de los niños en estudio, se les dio lactancia materna en un tiempo prolongado a libre demanda, como dice Cameron y Widman (2010), después de la aparición del primer diente también puede llegar a producir caries, ya que el carbohidrato principal de la leche materna es la lactosa, un tipo de azúcar que aunque es natural puede llegar a ser perjudicial.

Del 50% que combinaron biberón con lactancia materna, 42% de los niños duerme con biberón, lo que revela que este medio se usa como pacificador y no sólo como vehículo de alimentación. Comenta Bezerra da Silva (2008) que los niños maman hasta quedar dormidos y los padres no realizan la higiene después del biberón nocturno, Cameron y Widman (2010) y Arango y Baena (2004) coinciden en que hay una baja tasa de flujo salival por la noche. Los niños que tienen cólicos o duermen mal suelen tranquilizarse con el biberón, el biberón es un importante medio de ingestión de azúcar, el último objeto que debe tocar los dientes es el cepillo dental (Walter, 2012).

## CONCLUSIONES

Como se pudo constatar en el presente estudio, los niños acuden al dentista a una edad de 4 años, cuando el problema ya está avanzado. Es importante informarles a los padres sobre la relación entre la formación de caries y el uso de biberón con leche en cualquiera de sus presentaciones y/o bebidas mientras duerme.

Los medicamentos que se les administran a los niños en un porcentaje muy alto son jarabes y suspensiones, los cuales tienen un alto grado de edulcorantes artificiales que contribuyen de manera directa a caries de la primera infancia. Estos productos presentan diferentes porcentajes de carbohidratos dependiendo el fabricante (Aguilar Ayala, Duarte Escobedo, Rejón Peraza, Serrano Piña y Pinzón Te (2014). A partir de los 6 meses la alimentación nocturna debe ser controlada, la leche materna posee ciertos factores de protección como la caseína que se une fuertemente a la hidroxiapatita, reduciendo la solubilidad y dificultando la adherencia del estreptococo *Mutans* a la superficie del esmalte, a través de la inhibición de la adsorción de la glucosiltransferasa a la superficie de la hidroxiapatita. La caseína incorporada a la placa puede actuar como un reservorio de fosfato de calcio y además tiene un efecto *buffer* sobre el PH de la placa (Melgar, 2012). La lactancia proporciona grandes beneficios, pero no debe ser a libre demanda después de la erupción del primer diente y además hay que establecer medidas higiénicas pertinentes.

Los efectos ocasionados en niños con amplia destrucción dentaria en la región anterior reduce su eficiencia masticatoria, además se pueden instalar hábitos parafuncionales, ya que promueve la interposición lingual, además de la disminución o pérdida de la dimensión vertical, y no se diga los efectos antiestéticos con la repercusión psicológica que ello conlleva, ya que una “sonrisa saludable mejora la autoestima y aceptación entre sus mismos compañeros” (Bönecker, Abanto, Tello & Butini Oliveira, 2012).

## REFERENCIAS

- ARANGO, M. C. y BAENA, G. P. (2004). Caries de la infancia temprana y factores de riesgo. Revisión de la literatura. *Revista Estomatología*, 12(1): 59-65.
- BEZERRA DA SILVA, L. A. (2008). *Tratado de Odontopediatría*. 1. Brasil: Amolca.
- BÖNECKER, M., ABANTO, J., TELLO, G. & BUTINI OLIVEIRA, L. (2012). Impact of dental caries on preschool children's quality of life: an update. *Brazil Oral Res.*, 26(Spec Iss 1): 103-107.
- CAMERON, A. y WIDMAN, R. (2010). *Manual de Odontología Pediátrica*. España: Elsevier.
- CASANUEVA, E., KAUFER HORWITZ, M. A. y PÉREZ LIZAU, A. B. (Eds.) (2008). *Nutriología Médica*. Vol. III. México: Fundación Mexicana Para la Salud-Editorial Médica Panamericana.
- CORREA, M.S.N.P (2009). *Odontopediatría na primera infancia*. Santos Edictora.

- DEAN, J. A., AVERY, D. R. y McDONALD, R. E. (2014). *Odontología para el niño y adolescente de McDonald y Avery* (M. Santa Cruz, E. Marín Eds., & R. M. J., Trad.). EE.UU.: Amolca.
- DONALDSON M., GOODCHILD, J. H. & EPSTEIN, J. B. (2015). Sugar content, cariogenicity, and dental concerns with commonly used medications. *J. Am. Dent. Assoc.*, 146(2): 129-133.
- ESCOBAR MUÑOZ, E. (2004). *Odontología Pediátrica*. 2ª ed. Caracas, Venezuela: Amolca.
- GRINDEFJORD, M., DAHLLÖF, G. & MODÉER, T. (1995). Caries development in children from 2.5 to 3.5 years of age; a longitudinal study. *Caries Research*, 29(6): 449-454.
- GRINDEFJORD, M., DAHLLÖF, G., NILSSON, B. R. & MODÉER, T. (1995). Prediction of dental caries development in 1 year-old children. *Caries Research*, 29(5): 343-348.
- GRINDEFJORD, M., DAHLLÖF, G., NILSSON, B. & MODÉER, T. (1996). Stepwise prediction of dental caries in children up to 3.5 years of age. *Caries Research*, 30(4): 256-266.
- HALLETT, K. B. & O'ROURKE, P. K. (2006). Pattern and severity of early childhood caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 34(1): 25-35.
- MELGAR, H. R. (2012). Dieta, caries dental y nutrición en infantes. En G. Perona Miguel de Priego, J. L. Castillo Cevallos & L. G. Rafael (Eds.), *Manejo odontológico materno infantil basado en evidencia científica*. 1. Perú: Ripano.
- MILGROM, P. y WEINSTEIN, P. (2006). *Caries de la niñez temprana: Una perspectiva multidisciplinaria para prevención y tratamiento de la condición*. Puerto Rico: Publicaciones Puertorriqueñas Editores.
- VALAITIS, R., HESCH, R., PASSARELLI, C., SHEEHAN, D. & SINTON, S. J. (2000). A systematic review of the relationships between breastfeeding and early childhood caries. *Can J. Public Health*, 91(6): 411-417.
- VALLEJO SÁNCHEZ, A. A., PONTIGO LOYOLA, A. P. y ESPINOZA (2006). Caries dental en escolares de 6-12 años de edad en Navolato, Sinaloa, México; experiencia, prevalencia, gravedad y necesidades de tratamiento. *Biomédica*, 26, 224-233.
- WALTER, F. (2012). *Odontología para el bebé*. Odontopediatría desde el nacimiento hasta los 3 años. Sao Paulo, Brasil: Editora Artes Médicas Ltda.

### **Dictiotopografía**

- AGUILAR AYALA, F. J., DUARTE ESCOBEDO, C. G., REJÓN PERAZA, M. E., SERRANO PIÑA, R. y PINZÓN TE, A. L. (2014). Prevalencia de caries de la infancia temprana y factores de riesgo asociados. *Acta Pediátrica de México*, 35(4): 259-266. Recuperado el 8 de septiembre de 2016, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-23912014000400002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912014000400002&lng=es&tlng=es)
- EDELSTEIN, B. (2006). The Dental Caries Pandemic and Disparities problem. *BMC Oral Health*, 6(Supply): 52. doi: 10.1186/1472-6831-6-S1-S2
- TINANOFF, N. & REISINE, S. (2009). Update on Early Childhood Caries since the Surgeon General's Report. *Academic Pediatrics*, 9(6): 396-403. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.acap.2009.08.006>



## PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN UNIDADES DE RAYOS X DENTALES

Héctor René Vega Carrillo<sup>1</sup>, Consuelo Letechipía De León, Víctor Martín Hernández Dávila, Eduardo Medrano Cortés

**Palabras clave:** radioprotección, rayos X, dentales, dosis, TLD.

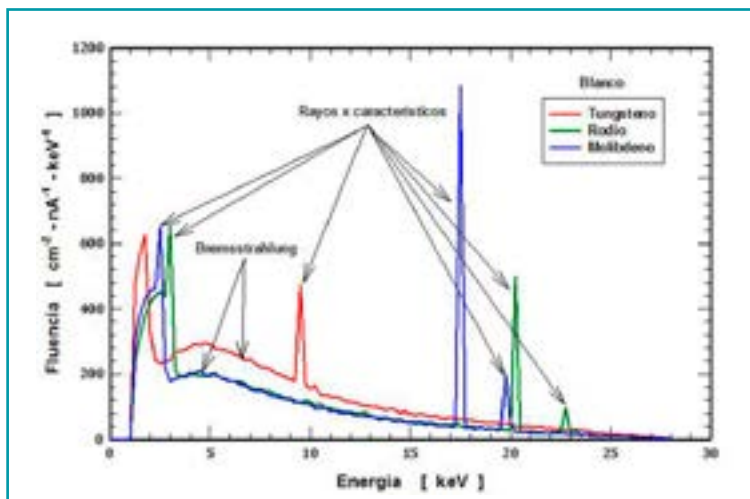
### INTRODUCCIÓN

Los rayos X en las ciencias de la salud humana y animal se usan como una técnica no invasiva para el diagnóstico o para el tratamiento de tumores. Con el radiodiagnóstico se obtienen detalles de las estructuras internas del cuerpo debido a la diferencia en la densidad de los tejidos y órganos (Vega Carrillo et al., 2008).

Cuando se producen los rayos X se generan un espectro continuo y otro discreto, cuyo origen se da a través de dos mecanismos de interacción entre las partículas cargadas, principalmente electrones, y la materia. El primer mecanismo de interacción es cuando un haz de electrones se acelera mediante una diferencia de voltaje y se hace chocar con un blanco de número atómico alto. En los equipos para radiografía normalmente los blancos se hacen de tungsteno, rodio o molibdeno. Debido a la diferencia de voltaje (normalmente expresado en kV) todos los electrones tienen la misma energía cinética (expresada en keV) y al alcanzar el blanco interactúan mediante fuerzas coulombianas con los átomos del blanco. En esta interacción son desviados de su trayectoria inicial y pierden parte de su energía que se traduce en rayos X, a este tipo de rayos X se les llama radiación de frenado o *Bremsstrahlung*. Los rayos X de frenado tienen una distribución continua de energía que va desde los pocos eV hasta los keV para el caso de los equipos de diagnóstico, e incluso hasta los MeV para los equipos de radioterapia.

El segundo mecanismo de interacción ocurre con los electrones de las capas electrónicas de los átomos del blanco produciendo su ionización. La vacancia generada es ocupada por otro electrón de capas superiores, que al ocupar ese estado cede el exceso de energía en forma de rayos X. Como los estados de energía en las capas de los átomos son discretos, el fotón emitido tiene un valor único o discreto de energía; a estos fotones se les llama rayos X discretos o característicos. Así, durante la interacción de los electrones con la materia se producen rayos X, cuyo espectro tiene una parte continua y otra discreta (Vega Carrillo & Baltazar Raigosa, 2011). En la figura 1 se muestra el espectro de los rayos X producido durante la interacción de un haz de electrones de 28 keV con blancos de W, Rh y Mo.

<sup>1</sup> Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: fermineutron@yahoo.com



**Figura 1.** Espectros rayos X producidos por la interacción de electrones de 28 keV con W, Rh y Mo.

Durante su formación, el odontólogo adquiere la competencia de manejar una unidad de rayos X, obtener e interpretar la radiografía. Sin embargo, en la comunidad de odontólogos y médicos generales prevalece la idea de que la radiación que producen los equipos de rayos X es pequeña y, por tanto, no es peligrosa (Dellie, Admassie & Ewnetu, 2014). Estudios recientes realizados en México han reportado valores que varían 5.7 mGy para el kerma en aire en la superficie del rostro del paciente que se ubica a la entrada del haz (Azorin, Azorín, Aguirre & Rivera, 2015) y de 0.5 a 0.7 mGy para diferentes radiografías dentales (Aquino, Avilés, Romero, Bojorge & Ramírez, 2010).

Una de las funciones de la protección radiológica es proteger al usuario de las radiaciones ionizantes, para esto se establecen valores de la dosis efectiva máxima permisible anual para el personal ocupacionalmente expuesto y para el público. Estos valores no se aplican para el caso de los pacientes; sin embargo, se recomiendan niveles orientativos para cada tipo de estudio. Para el caso de una radiografía periapical el nivel orientativo es de 7 mGy (NOM-156-SSA1-1996, publicada en 1997). A nivel internacional también se ha recomendado la dosimetría del paciente y del operador de la unidad de rayos X (IAEA, 1996; ICRP, 1991). La Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Zacatecas cuenta con servicios integrales de salud bucal para la población que además sirve como espacio de aprendizaje para los estudiantes. Una fase importante en la formación es el uso de las unidades de rayos x.

El objetivo de este trabajo fue medir los niveles de dosis en torno al cabezal de una unidad de rayos X dental para evaluar la radiación de fuga y determinar la dosis que reciben un paciente y el odontólogo durante la toma de una radiografía.

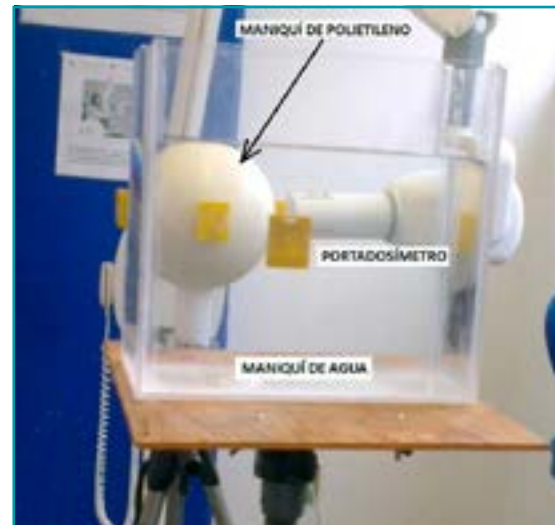
## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Unidad Académica de Odontología, campus Guadalupe, en donde el equipo de rayos X más común es de Corix Medical Systems, modelo Corix 70 plus USV-WM-Digital. En el cabezal de uno de los equipos se colocaron 4 portadosímetros, uno a la salida del cono y los otros tres en la parte superior, posterior y lateral del cabezal, como se muestra en la figura 2.

En cada portadosímetro se colocaron cuatro dosímetros termoluminiscentes de  $^{Nat}LiF:Mg,Ti$ , conocidos como TLD100. El equipo se disparó 10 veces usando 70 kV y 8 mA, cada disparo duró 0.6 segundos. Para medir la dosis en el paciente y el odontólogo se usaron 2 maniqués o fantasmas. Para representar al paciente se usó una esfera de



**Figura 2.** Cabezal de la unidad de rayos X con los portadosímetros.



**Figura 3.** Cabezal de la unidad de rayos X con los portadosímetros.

polietileno de 20.32 cm de diámetro, sobre ésta se colocaron 3 portadosímetros; uno en la superficie a la entrada del haz de rayos X, otro a la salida del haz y en la superficie que simula el rostro. Para representar al odontólogo se usó el fantoma de placa de agua que se colocó a 40 cm del rostro del paciente, sobre la superficie de la placa de agua se colocó un portadosímetro. Este arreglo se muestra en la figura 3. Para esta medición se usaron las mismas condiciones usadas en la medición de la radiación de fuga. Un portadosímetro se preparó para medir la contribución de la radiación de fondo. Una vez hecha la irradiación los dosímetros se leyeron con un lector de TLD Harshaw 3500. La respuesta se obtuvo calentando los TLD de 50 a 300 °C con un gradiente de 10 °C/s. Con las respuestas de los cuatro TLD de cada portadosímetro se calculó el promedio que se corrigió por la contribución de la radiación de fondo, los valores resultantes se usaron para determinar la dosis equivalente ambiental,  $H^*(10)$ , debida a la radiación de fuga del cabezal y la dosis absorbida en las superficies de ambos fantomas, por cada toma radiográfica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los valores de la  $H^*(10)$  debida a la radiación que se fuga del cabezal al hacer una radiografía periapical.

**Tabla 1.**  $H^*(10)$  por radiografía debido a la fuga del cabezal

Posición	$H^*(10)$ [mSv/radiografía]
Frente	$3.00 \pm 0.60$
Lateral	$0.060 \pm 0.012$
Superior	$0.060 \pm 0.012$
Posterior	$0.060 \pm 0.012$

La mayor dosis se encontró en el cono del equipo, que es por donde sale el haz de rayos X. Por la parte superior, posterior y lateral del cabezal existe fuga de radiación, que implica una  $H^*(10)$  de 0.06 mSv/radiografía. Respecto a la dosis a la salida del cono, la fuga de los rayos X implica una  $H^*(10)$ , que es aproximadamente 5,000 veces inferior a la  $H^*(10)$  a la salida del cono. Estos valores permiten tomar medidas operativas durante el uso de este tipo de equipos, ya que no es seguro estar cerca del cabezal y el operador del equipo jamás se debe colocar en la dirección de la salida del haz.

En la tabla 2 se muestran los valores del kerma en aire,  $K_a$ , por cada disparo del equipo. La mayor dosis se observa en la superficie de entrada del haz y es menor a los 7 mGy recomendados (NOM-156-SSA1-1996, publicada en 1997) y coincide con lo observado en estudios similares y con diferentes equipos (Aquino et al., 2010; Azorin et al., 2015). El  $K_a$  en la superficie de entrada del paciente es aproximadamente 37 veces mayor que la dosis en las superficies de salida y del rostro del paciente. Esto implica que hay dispersión de los rayos X, lo que es importante ya que con un paciente real esta radiación puede alcanzar la glándula tiroides y el cristalino.

**Tabla 2.** Kerma en aire por radiografía en las superficies de los maniquís

Posición	$K_a$ [mGy/radiografía]
Superficie de entrada del paciente	$2.60 \pm 0.52$
Superficie de salida del paciente	$0.07 \pm 0.01$
Rostro del paciente	$0.070 \pm 0.01$
Torso del odontólogo	$0.060 \pm 0.01$

Para el caso del odontólogo, cuyo torso se ubicó a 40 cm del rostro del paciente, el  $K_a$  es 0.06 mGy/radiografía. Este valor es pequeño pero es innecesario ya que durante la toma es el paciente el que recibe la mayor dosis, pero al mismo tiempo el riesgo del paciente se compensa con el beneficio que aporta a su diagnóstico la toma de la radiografía; sin embargo, el odontólogo no recibe ningún beneficio, por lo que la dosis que recibe no se justifica. Con estos valores es recomendable que durante la operación de una unidad de rayos X, el odontólogo se coloque al menos a 1 m de distancia.

## CONCLUSIONES

Mediante dosimetría termoluminiscente se han medido los valores de la dosis equivalente ambiental debida a la radiación que se fuga de un cabezal de rayos X dentales, y se midió la dosis absorbida en las superficies de entrada y salida del haz, así como en la superficie del rostro del paciente. También, se midió el kerma en aire en la superficie de entrada del cuerpo del odontólogo. De los resultados las conclusiones más importantes son las siguientes:

- Durante la toma de una radiografía dental existe fuga de radiación del cabezal del equipo de rayos x.
- Los niveles de dosis en el paciente son inferiores a los 7 mGy recomendados por la NOM-156-SSA1-1996 como valores de referencia para una radiografía periapical.
- La dosis que recibe el odontólogo es pequeña, pero no existe ninguna justificación para que la reciba.

## REFERENCIAS

- AQUINO, M. C., AVILÉS, P., ROMERO, M. R., BOJORGE, J. y RAMÍREZ, V. P. (2010). Cuantificación de la dosis absorbida por medio de dosimetría termoluminiscente en radiología dental. *Revista Odontológica Mexicana*, 14(4): 231-236.
- AZORÍN, C., AZORÍN, J., AGUIRRE, F. y RIVERA, T. (2015). Dose measurements in intraoral radiography using thermoluminescent dosimeters. *Journal of Physics: Conference Series*, 582(1): 1-4.
- DELLIE, S. T., ADMASSIE, D. y EWNETU, Y. (2014). An assessment of final-year medical students and interns awareness of radiation exposure to common diagnostic imaging procedures. *Advances in Radiology*, 426909: 1-7.
- IAEA. (1996). *International basic safety standard for protection against ionizing radiation and the safety of radiation source*. IAEA Safety series No. 115. (pp. 279-280). Viena: International Atomic Energy Agency.
- ICRP (1991). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. *Annals of the ICRP*, 21(1-3): 279-280.
- SSA (Secretaría de Salud) (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-156-SSA1-1996. Salud Ambiental. Protección y seguridad radiológica en el diagnóstico médico con rayos X. *Diario Oficial de la Federación*, 26 de septiembre de 1997.
- VEGA CARRILLO, H. R. & BALTAZAR RAIGOSA, A. (2011). Photoneutron spectra around an 18 MV linac. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 287(1): 323-327.
- VEGA CARRILLO, H. R., RAMÍREZ GONZÁLEZ, J., MANZANARES ACUÑA, E., HERNÁNDEZ DÁVILA, V. M., HERNÁNDEZ VILLASANA, R. & MERCADO, G. A. (2008). Mamography X-ray spectra simulated with Monte Carlo. *Proceedings of the American Institute of Physics*, 1032(1): 208-211.

## SOBREPESO Y OBESIDAD EN NIÑOS EN EDAD PREADOLESCENTE: FACTORES DE RIESGO

Leticia Adriana Ramírez Hernández<sup>1</sup>, Juan Martínez Ortiz,  
Manuel Delgadillo Vargas

**Palabras clave:** obesidad infantil, factores de riesgo, regresión logística.

### INTRODUCCIÓN

Se invierte actualmente 8% del gasto destinado a salud pública en atender enfermedades directamente asociadas a la obesidad, además de ser un problema en franco crecimiento: en 30 años se ha duplicado a nivel mundial la cifra de personas que padecen sobrepeso u obesidad. En 2012, alrededor de 44 millones de niños menores de 5 años presentaban ya problemas de sobrepeso a nivel mundial (OMS, 2014); mientras que México alcanzó 34.4% de la población en edad escolar (5-11 años) con este problema (INSP, 2012). A pesar de que en México se han implementado en los últimos 2 años políticas encaminadas a la prevención de sobrepeso y obesidad (Cámara de Diputados, 2014), estas no han mostrado los resultados esperados.

En el presente trabajo se hace un estudio de caso en el estado de Zacatecas, en niños de 9 a 12 años, a través de una encuesta y del análisis estadístico sobre la prevalencia de factores asociados al desarrollo de sobrepeso u obesidad. Se construye una función de susceptibilidad a través de la regresión logística binaria, multivariada, en términos de los factores estadísticamente significativos.

### METODOLOGÍA

Se consideró a la población del estado, de entre 9 y 12 años de edad, que actualmente están matriculados en escuelas primarias, en los tres últimos grados. Se realizó un estudio estadístico por estratos: escuela urbana y suburbana, escuela rural y escuela privada. De acuerdo a la población de estudio, de 90,616 individuos y considerando un error del 6%, se obtuvieron los siguientes tamaños muestrales (Bergerud, 1996):

- Muestra global: **267**
- Escuela urbana y suburbana: **145**
- Escuela rural: **105**
- Escuela privada: **23**

<sup>1</sup> Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: leticiaadrianaramirez@hotmail.com

Las encuestas para el conglomerado rural fueron recabadas en la escuela primaria de la comunidad de Bañuelos del municipio de Guadalupe, Zacatecas y en la escuela primaria Niños Héroes de la comunidad de Chaparrosa del municipio de Villa de Cos, Zacatecas.

Las encuestas para el conglomerado privado fueron recabadas en la primaria del Instituto Educativo Ammadeus, que se encuentra ubicado en el municipio de Guadalupe, Zacatecas. Las encuestas para el conglomerado urbano y suburbano fueron recabadas en la escuela primaria María R. Murillo, de la ciudad de Zacatecas y la escuela primaria Niños Héroes, en Martínez Domínguez, del municipio de Guadalupe, Zacatecas.

La encuesta se diseñó para medir los factores que usualmente se reportan como riesgosos para desarrollar sobrepeso u obesidad: hábitos alimenticios, sedentarismo, factor hereditario, factor psicológico, estilo de vida y nivel socioeconómico. La recopilación de la información se realizó a través de una entrevista directa individual con los niños y fue complementada con la toma de la talla (altura en cm) del niño, su peso (en kg), su tasa metabólica, IMC (índice de masa corporal) y los porcentajes de grasa, músculo y agua presentes en el individuo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la información se realizó con apoyo del software estadístico Excel y el complemento Xlstat. El primer análisis descriptivo de la muestra arroja los resultados que se pueden ver en las figuras 1 y 2.



**Figura 1.** Distribución porcentual de IMC: sobrepeso u obesidad 28%, peso ideal o desnutrición 72%.



**Figura 2.** Porcentajes de la muestra que presentan cada uno de los factores de riesgo.

El 95.27% reporta consumir comida chatarra tres o más veces por semana, 19.6% indica comer por ocio, ansiedad u obligación. Casi el 56% de los entrevistados reporta tener menos actividad física que la sugerida por la OMS (al menos 7 horas/semana), y el 48.7% también tiene una deficiente ingesta de frutas-verduras (menos de tres raciones al día, de acuerdo a lo que sugiere la OMS). En cuanto a la clase social, 31.6% pertenece a la clase social baja. La distribución de *desnutrición*, *sobrepeso*, *obesidad*, *ingesta regular de comida chatarra* e *ingesta deficiente de frutas-verduras* presenta la siguiente distribución por conglomerado (tabla 1.):

A partir de los datos recopilados en la encuesta, se construyeron seis variables (Bergerud, 1996) o factores de riesgo:

- **Falta ejercicio (FE):** quienes reportan menos de 7hr/sem de ejercicio moderado o fuerte.
- **No ingerir frutas o verduras (NFV):** Aquellos niños que ingieren menos de tres raciones al día de frutas o verduras.

- **Influencia genética (G):** Quienes tienen al menos un pariente directo con sobrepeso u obesidad, o bien, dos parientes no directos.
- **Pobreza (P):** Niños clasificados en la clase socioeconómica baja.
- **Psicológico (PS):** Si reportan otro motivo para consumir alimentos, diferente al hambre fisiológica: obligación, ocio, ansiedad.
- **Ingiere comida chatarra (CC):** Aquellos que reportan un consumo frecuente, de al menos tres raciones a la semana, de comida chatarra.

Se reescalaron los valores, convirtiendo las variables en binarias; es decir, se permitió que tomaran valores de 0 o 1: asumiendo que 0 es ausencia del factor de riesgo, y 1 cuando éste está presente. Se hizo el análisis de regresión logística binaria, multivariada, con apoyo del software Xlstat, y resultó una función de probabilidad. Ésta determina, en términos de la presencia o ausencia de los factores, la susceptibilidad de un niño a padecer sobrepeso u obesidad. Las funciones de probabilidad se construyeron en los siguientes contextos:

- General (muestra completa),
- por conglomerado (rural, urbano y sub urbano, privado); y,
- por edad (8-9, 10-11, 12 o más).

En la tabla 2 se muestran las funciones de probabilidad obtenidas, así como su sensibilidad y especificidad. En todos los casos se consideraron los seis factores. En el conglomerado Privado se excluyó la variable pobreza.

**Tabla 1.** Distribución de obesidad, sobrepeso, consumo de comida chatarra y no consumo frecuente de frutas y verduras, por conglomerado

CONGLOMERADO	DESNUTRICIÓN %	SOBREPESO %	OBESIDAD %	SÍ COMIDA CHATARRA %	NO FRUTAS Y VERDURAS %
Urbana y suburbana	4.34	17.4	11	94	50.3
Rural	6.6	14.3	8.5	96.1	46.7
Privada	4.34	17.4	21.73	90	52.1

**Tabla 2.** Modelos de regresión logística: general, por conglomerados y por edad

Muestra	Modelo (Función de probabilidad)	Sensibilidad	Especificidad
General	$p(x) = \frac{\exp(-6.027 + 2.47x_1 + 2.11x_2 + 2.03x_3 - 0.41x_4 - 0.21x_5 + 0.047x_6)}{1 + \exp(-6.027 + 2.47x_1 + 2.11x_2 + 2.03x_3 - 0.41x_4 - 0.21x_5 + 0.047x_6)}$	77.43%	83.91%
Rural	$p(x) = \frac{\exp(-15.48x_1 + 4.22x_2 + 23.52x_3 + 19.91x_4 - 0.28x_5 - 1.07x_6 - 14.40x_7)}{1 + \exp(-15.48x_1 + 4.22x_2 + 23.52x_3 + 19.91x_4 - 0.28x_5 - 1.07x_6 - 14.40x_7)}$	96.83%	96.3%
Urbano	$p(x) = \frac{\exp(-3.409 + 2.79x_1 + 2.49x_2 + 2.04x_3 - 0.12x_4 - 0.04x_5 + 0.024x_6)}{1 + \exp(-3.409 + 2.79x_1 + 2.49x_2 + 2.04x_3 - 0.12x_4 - 0.04x_5 + 0.024x_6)}$	72.08%	85.14%
Privado	$p(x) = \frac{\exp(-17.71x_1 - 0.22x_2 + 3.99x_3 + 3.92x_4 + 1.73x_5 + 16.11x_6)}{1 + \exp(-17.71x_1 - 0.22x_2 + 3.99x_3 + 3.92x_4 + 1.73x_5 + 16.11x_6)}$	77.78%	71.43%
8-9 años	$p(x) = \frac{\exp(-3.964 + 2.926x_1 + 2.263x_2 + 2.007x_3 - 0.451x_4 - 0.037x_5 + 0.017x_6)}{1 + \exp(-3.964 + 2.926x_1 + 2.263x_2 + 2.007x_3 - 0.451x_4 - 0.037x_5 + 0.017x_6)}$	82%	82.00%
10-11 años	$p(x) = \frac{\exp(-5.911 + 1.94x_1 + 2.11x_2 + 2.04x_3 - 0.295x_4 + 0.267x_5 + 0.411x_6)}{1 + \exp(-5.911 + 1.94x_1 + 2.11x_2 + 2.04x_3 - 0.295x_4 + 0.267x_5 + 0.411x_6)}$	74.19%	85.09%
12 años o más	$p(x) = \frac{\exp(-11.328 + 20.41x_1 + 46.34x_2 + 21.01x_3 + 21.91x_4 - 51.307x_5 - 2.95x_6)}{1 + \exp(-11.328 + 20.41x_1 + 46.34x_2 + 21.01x_3 + 21.91x_4 - 51.307x_5 - 2.95x_6)}$	100%	100%

En todos los modelos se cuidó la relevancia de los factores, mediante las razones de prevalencia y/o mediante el estadístico de máxima verosimilitud (LR) y las curvas especificidad-sensibilidad (ROC). Al realizar modelos simplificados, con un menor número de variables, se observa un incremento en el estadístico de Ward. En la tabla 3 se presentan las pruebas de verosimilitud y razones de prevalencia para los modelos por conglomerado.



**Tabla 3.** Las pruebas de verosimilitud (LR) para los modelos por conglomerados: muestra total, escuela rural, urbana y privada

MUESTRA TOTAL			RURAL		
Fuente	Chi-cuadrado (LR)	Pr > LR		Chi-cuadrado (LR)	Pr > LR
Falta de ejercicio	34.4938601	< 0,0001		18.1751567	< 0,0001
IFS	27.6521437	< 0,0001		5239.02339	< 0,0001
Genético	43.0199583	< 0,0001		5815.72185	< 0,0001
Pobreza	1.07213206	0.300		5815.72185	< 0,0001
Psicológico	0.22321777	0.637		5815.72185	< 0,0001
Comida chatarra	0.00283764	0.958		5815.72185	< 0,0001

URBANA			PRIVADA		
Fuente	Chi-cuadrado (LR)	Pr > LR		Chi-cuadrado (LR)	Pr > LR
Falta de ejercicio	22.4324217	< 0,0001		0.16408977	0.685
IFS	7.57465815	0.006		0.55726909	0.455
Genético	28.0674154	< 0,0001		5.29842481	0.021
Pobreza	0.10929983	0.741		NA	NA
Psicológico	1.36176845	0.243		2.06227856	0.151
Comida chatarra	0.00033402	0.985		1.88683106	0.170

De acuerdo a la tabla anterior, las variables descriptoras para cada modelo serán aquellas para las que la razón de verosimilitud está en el intervalo de valores de soporte (< 0.0001). Sin embargo, la variable puede permanecer si el excluirla genera un modelo con valores de especificidad y sensibilidad menores (Hosmer, Lemeshow & Sturdivant, 2013).

## CONCLUSIONES

- Se observa que la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue mayor en el sector privado, quedando como segundo lugar el sector urbano. Mientras que la desnutrición fue mayor en el área rural, quedando como segundo lugar, nuevamente, el conglomerado urbano. Curiosamente, el sector privado es quien tiene menor consumo de comida chatarra (91%, 4% menos que la muestra general) y mayor porcentaje de niños que cumplen con al menos 7 hr/sem de actividad física moderada o fuerte (65%, 9% más que la muestra general).
- El hábito de incluir frutas y verduras en la dieta no está presente en la población, pues la mitad de la muestra reporta no comer frutas o verduras; su consumo se reduce a las verduras que forman parte de los guisados (jitomate/cebolla en la sopa, chile o papas en el guisado, lechuga/jitomate/cebolla/chile como guarnición de tacos o enchiladas), y la fruta que está presente en bebidas (jugos, agua de frutas naturales, batido con leche).
- El comer algún tipo de comida chatarra, por el contrario, resulto presente en gran parte de la población, incluso se reporta el consumo diario de ésta. Por otra parte, preocupa que sin importar el nivel económico la mayor parte de la población ingiera habitualmente bebidas azucaradas, principalmente refrescos.

- En el modelo matemático de regresión logística de la muestra general, los factores más influyentes fueron: falta de ejercicio, no ingerir frutas o verduras y el factor genético ( $pr < 0.001$ ). En el modelo del sector rural y urbano se conservan los mismos factores que en el modelo general. En el modelo del sector privado, los factores: psicológico e ingerir comida chatarra son determinantes ( $pr < 0.001$ ), y no así el factor falta de ejercicio ( $pr = 0.67$ ).
- La estrategia para la *Promoción y Prevención contra el Sobrepeso y la Obesidad Poblacional* (Cámara de Diputados, 2014) no ha sido eficiente: de acuerdo a lo que expresan los niños, el consumo de comida chatarra se da en horarios no escolares; es decir, en momentos familiares y con aval de sus padres/tutores y a pesar, incluso, del costo elevado de los productos. Este dato resulta importante, se pudiera prever el éxito limitado que quizá tuvieran las políticas de salud en lo que se refiere a prohibir la venta de comida chatarra en las escuelas; podría complementarse esta reforma con la propuesta de reeducar a los padres sobre hábitos saludables de alimentación y actividad física.

## REFERENCIAS

BERGERUD, W. A. (1996). *Introduction to logistic regression models with worked forestry examples biometrics information Handbook No. 7*. Working Paper 26/1996. Victoria, British Columbia, Canada: British Columbia Ministry of Forests.

HOSMER, D. W., LEMESHOW, S. & STURDIVANT, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression* (3<sup>ra</sup> ed.). John Wiley & Sons, Inc.

### Dictiotopografía

CÁMARA DE DIPUTADOS-LXII LEGISLATURA (2014). Iniciativa para la promoción y prevención contra el sobrepeso y la obesidad poblacional. *Gaceta Parlamentaria*, 3979-V, martes 11 de marzo de 2014. Recuperado de <http://gaceta.diputados.gob.mx/>

INSP (Instituto Nacional de Salud Pública) (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT 2012*. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2014). *Estadísticas sanitarias mundiales 2014*. Recuperado de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112817/1/WHO\\_HIS\\_HSI\\_14.1\\_spa.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112817/1/WHO_HIS_HSI_14.1_spa.pdf?ua=1&ua=1)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO (2010). *OBESIDAD. Un enfoque multidisciplinario*. Hidalgo, México: Autor. Recuperado de [http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4823/libro\\_de\\_obesidad.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4823/libro_de_obesidad.pdf)

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN**



## LOS BAÑOS GRANDES DE OJOCALIENTE. Arquitectura, historia y urbanización

Alejandro Acosta Collazo<sup>1</sup>, Marco Alejandro Sifuentes Solís

**Palabras clave:** conservación, patrimonio fluvial, imaginarios, historia.

### INTRODUCCIÓN

El pensamiento histórico actual requiere un análisis novedoso del pasado, que revele valores que apoyen en la problemática de la conservación patrimonial. El objetivo principal de este escrito fue reconocer de qué manera la arquitectura de los Baños de Ojocaliente –y sus recursos fluviales– aportaron a la conformación del entramado urbano de la ciudad histórica y en la esfera del ámbito social. La dimensión arquitectónica de este complejo ha coadyuvado a su conservación; aunado a esto, su función dispone de una respuesta adecuada a las necesidades de higiene y ocio de la población. A pesar de las vicisitudes del tiempo y los diversos momentos históricos, el lugar sigue siendo un referente de descanso y esparcimiento en la ciudad. Se pretende sentar bases para nuevas prácticas culturales que ofrezcan un imaginario histórico fundamentado de la ciudad y un sentido de pertenencia.

### METODOLOGÍA

Se consultaron diversos documentos y materiales del Archivo General Municipal de Aguascalientes, de 1878 a 1940 (98 en total, incluyendo los Ramos de: Salud Pública, Baños públicos y alberca, aguas, regadíos y fuentes, acequias acueductos y canales, entre otros), así como del Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes (incluyendo el Fondo digital José María Rincón Gallardo, la hemeroteca y la fototeca) y del Archivo particular (digital) de Miguel S. Escobedo, que obedecen a la correspondencia entre Ana María Díaz de León y sus hijos, durante la Revolución Mexicana. Asimismo, se realizaron levantamientos arquitectónicos a detalle de los Baños Grandes de Ojocaliente, en su modalidad de baños privados –atributo otorgado desde el siglo XIX.

Este escrito se basó principalmente en la microhistoria de los Baños Grandes, en sus dimensiones espaciales, en el ámbito urbano y la vida cotidiana. Para validar y contrastar la hipótesis se realizó una historia analítica de la arquitectura de los Baños Grandes de Ojocaliente y sus dimensiones espaciales; incluyendo la influencia de la vida cotidiana en los espacios termales en el siglo XIX; los estudios de higiene de la época; las características de género y referencias

<sup>1</sup> Departamento de Diseño del Hábitat, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: aacosta@correo.uaa.mx

tipológicas del pasado construido. Se espera que con las reflexiones y hallazgos sobre el tema se logre coadyuvar en la resignificación de los valores edilicios locales, primordialmente de la arquitectura termal. Las evidencias que se encontraron a favor de la hipótesis también permitieron corroborar que el manantial de Ojocaliente influyó en gran medida en la morfología de crujías de los baños –debido a la ubicación de ojos de agua– y de su entorno. Así, con base en los levantamientos arquitectónicos, topográficos y urbanos realizados, se menciona la tipología de los baños construidos y se confronta su importancia histórica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La decisión de ubicar el centro fundacional de Aguascalientes en el siglo XVI tuvo que ver con la geografía y los niveles del terreno. A manera de valle y con un manantial promisor –denominado Ojocaliente, comunicado en forma cuidadosa por medio de una acequia real con la fuente principal de la Plaza Mayor, el cual fue un aspecto decisivo para comenzar a trazar la ciudad original. De tal manera que la topografía, los caudales superficiales y la fuente subterránea de agua termal del Ojocaliente fungieron –hasta cierto punto– como elementos ordenadores de la disposición y acomodo de las calles y lugares fundacionales. Este fundamento fue utilizado hasta el siglo XVIII con el establecimiento de huertas, comunicadas principalmente por medio de acueductos y acequias abiertas desde la zona de manantiales del Ojocaliente; aprovechando, asimismo, las fuentes subterráneas de aguas termales y los estanques de almacenamiento superficial. Las acequias sirvieron como pretexto para forjar trazas de calles históricas y alinear edificios. La acequia Real conformó la calle de Juan de Montoro, llegando hasta al centro de la ciudad, y el acueducto del Cedazo conformó la calle Acueducto del Barrio de La Salud.

En la edificación de los Baños Grandes de Ojocaliente –ya en el siglo XIX– se hicieron 18 baños, cada uno con su respectivo nombre: Jesús Nazareno, La Purísima, Piscina, San Antonio, San Francisco, San José, San Juan Bautista, San Juan de Dios, San Lázaro, San Luis Gonzaga, San Miguel, San Rafael, San Ramón, Santa Catarina, Santa Cristina, Santa Lucía, Santa Rosa, Santos Cosme y Damián. Junto a dichos baños se formaba un charco por el desagüe de estos, así el agua era dirigida por una acequia hasta la caja de agua de los baños de Los Arquitos de donde salía, por la acequia de Tejas, con rumbo al estanque de La Cruz; este estanque servía para regar las huertas del norte y poniente de la ciudad. Y por el otro, independientemente de los baños, hay un manantial cercano con muros de adobe y cimientos de cantos porfídicos que lleva el nombre de ‘Caja de Agua’, que traslada el agua a la población para surtir las principales fuentes de la ciudad. De aquí surge la aseveración de que la Acequia Real del siglo XVI era abastecida en este punto.

Los baños se distribuyen en crujías que permiten transitar por un pasillo cubierto, característico en esquemas de patio de casas del siglo XIX en México, que permitían el contacto con el espacio abierto pero protegiendo al usuario de las inclemencias del sol y la lluvia. Los pasillos cubiertos de los Baños Grandes funcionan a manera de transición entre el ámbito privado y el público. Además, el patio actúa como *impluvium* que recibe el agua de lluvia. La axialidad de la fachada es característica de un orden compositivo clasicista simétrico, con una concavidad que invita al usuario a acceder al espacio.

Quizá, formalmente, el alarife constructor de la finca original retomó elementos de la antigua hacienda de Ojocaliente: lo decimos por los arcos, ventanas, sus proporciones y la distribución bajo el esquema de patio. Cabe mencionar que el material con que están construidos los Baños Grandes es de adobe, tierra y madera. Sin embargo, el acueducto, los marcos de acceso, las portadas y la caja de agua son de piedra. También existe un pórtico de acceso en desuso, con tendencias mozárabes, elaborado de tabique rojo recocido y sin recubrimiento.

En el caso de Aguascalientes las fuentes públicas funcionaban como elementos de concentración del agua en ciertas partes de la ciudad para con esto permitir que la gente acudiese con baldes a surtirse en forma manual. Durante esta inmersión histórica de los autores se identificaron 25 fuentes históricas en la ciudad (tres más que las indicadas por el Dr. Jesús Díaz de León a finales del siglo XIX). El origen de Los Baños Grandes de Ojocaliente se remonta a 1808 cuando Don Manuel María Tello, propietario de la hacienda del mismo nombre, hizo la petición al Virrey Iturrigaray para construirlos, pero es hasta 1831 cuando se establecen formal y legalmente. A partir de 1896, el Ing. Tomás Medina Ugarte fue el encargado por parte del gobierno de Aguascalientes de reconstruir y reparar las acequias de riego, cajas de agua y estanques. En 1897 se incrementó el riego de acequias a 6,808.7 l por segundo y para baños y fuentes a 1,448.7 l por segundo.

Durante el siglo XIX la caja de agua de Los Arquitos fue el centro de distribución a toda la ciudad. El agua llegaba del Ojocaliente por medio de un acueducto subterráneo de 1.34 km y a partir de esta se surtían la mayoría de las fuentes y edificios públicos, conventos y casas principales. El excedente y el agua usada se conducían por la Acequia de Texas hacia el Estanque de la Cruz y posteriormente al Estanque Nuevo, que las almacenaban irrigando gran parte de las huertas que alguna vez rodearon la ciudad.

## CONCLUSIONES

El encauce de las aguas del manantial de Ojocaliente directamente en las termas o baños permitía contar con agua caliente, a una temperatura promedio de 37° C. Existen referencias históricas que demuestran estudios de temperatura de los diferentes baños (denominados con diversos nombres o santos) ubicados en los Baños Grandes de Ojocaliente a finales del siglo XIX. Bernal Sánchez menciona que

...Su temperatura fue medida en 1892 con termómetro centígrado por el ilustrado Farmacéutico don Eutiquio Murillo, que en ese mismo año falleció: San Juan Bautista 30.00 grd. Jesús Nazareno 33.50 grd. Santa Rosa 38.50 grd. La Purísima 38.50 grd. Santos Cosme y Damián 38.50 grd. La Piscina 39.25 grd. San Lázaro 37.25 grd. San Ramón 40.50 grd. San José 40.00 grd. San Luis Gonzaga 39.00 grd. San Rafael 38.50 grd. San Miguel 38.50 grd. San Antonio 38.50 grd. San Francisco 38.25 grd. Santa Lucía 39.25 grd. Santa Catarina 30.75 grd. San Juan de Dios 37.50 grd. Santa Cristina 35.50 grd. (Bernal, 2005: 245)

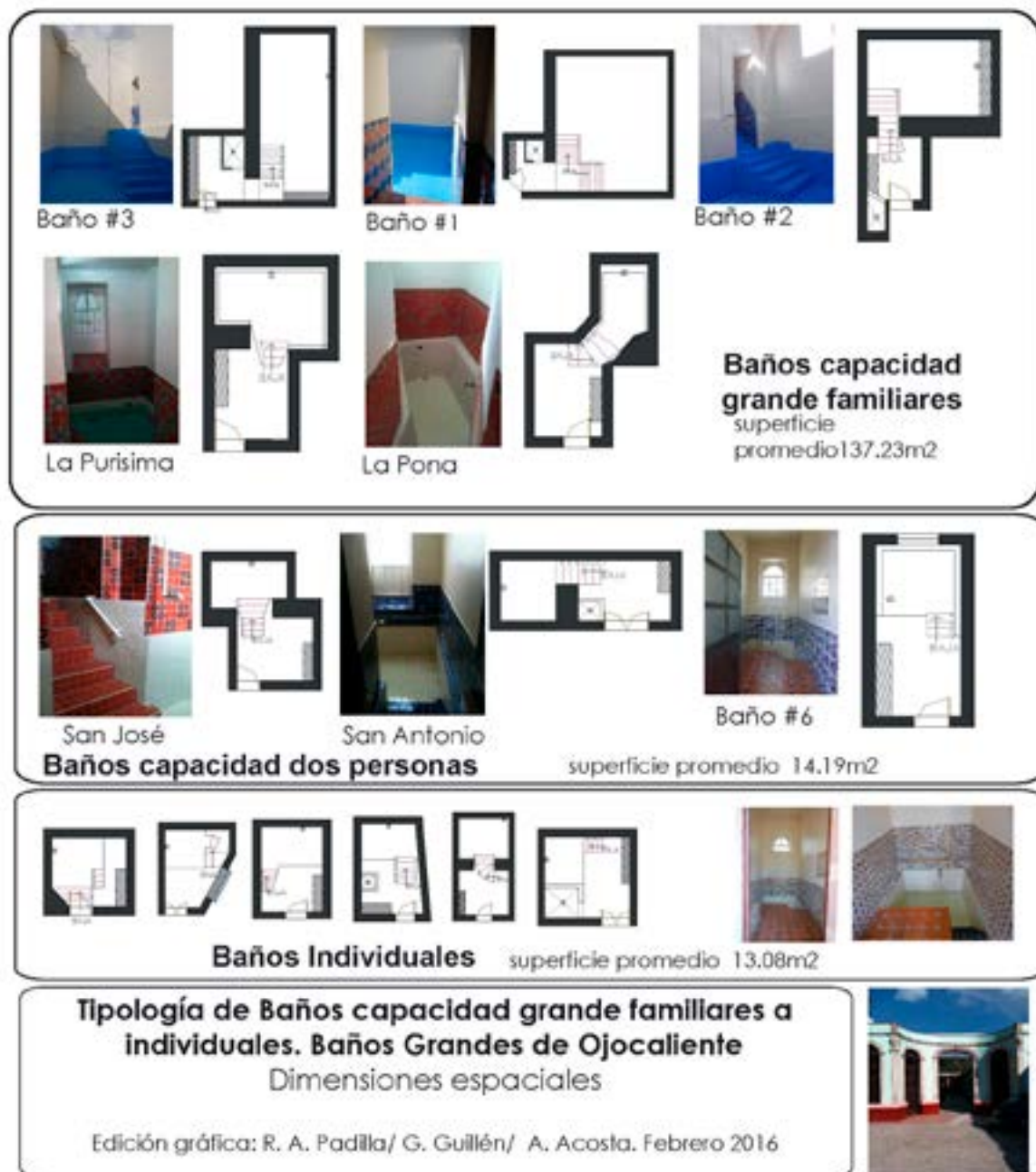
La manufactura arquitectónica en los Baños Grandes es resultado del manejo adecuado del agua y sus temperaturas, pero se añade a esto la ubicación geográfica de los manantiales –con diversas salidas superficiales– que permitió ubicar los cuartos de baño, justo en el lugar de la fuente principal de agua caliente, lo que logró con esto temperaturas estables en su arquitectura, coadyuvando en una habitabilidad lograda ejemplar. La tipología de los Baños Grandes presenta características que tienen que ver con la arquitectura –en sus dimensiones espaciales y de confort. Se clasificó la tipología de la siguiente manera: Tipología de baños familiares, los cuales a su vez comprenden Baños oblicuos familiares, con superficies promedio de 21.34 m<sup>2</sup> y Baños con capacidad media familiares, son superficie promedio de 15.56 m<sup>2</sup>. La renta por tiempo al público de estos espacios ha tenido que ver con sus dimensiones y la capacidad de contener el agua termal –en términos de volumen y flujo (ver figura 1: Tipología de baños familiares). La segunda agrupación tipológica espacial de baños implica considerar la capacidad grande familiar a individual. En el caso de los baños con una capacidad grande familiar, que contemplan una superficie promedio de 137.23 m<sup>2</sup>, presentan diseños confortables con una escala adecuada para conservar el calor y vapor de las aguas termales para familias numerosas. Asimismo, se detectó una tipología de baños para dos personas con una superficie promedio de 14.19 m<sup>2</sup> y baños mínimos individuales –por su diseño, pero con una superficie de 13.08 m<sup>2</sup> (ver figura 2: Tipología de baños capacidad grande familiares a individuales).



**Figura 1.** Tipología de baños familiares.

Otra conclusión es la influencia de la vida cotidiana en el siglo XIX en el diseño de los Baños Grandes. Esto es palpable en la privacidad lograda en cada uno de los espacios, sus dimensiones de acuerdo a las necesidades del usuario, conjugando el diseño con la comodidad lograda, por la ubicación geográfica de cada espacio. Es conveniente revalorizar en la actualidad el vínculo histórico de la ciudad de Aguascalientes con los Baños Grandes de Ojocaliente. Es por medio del reconocimiento adecuado del patrimonio histórico y fluvial que se pueden identificar pautas para un nuevo reordenamiento territorial, que restaure y conserve los antiguos balnearios, los restos de acequias, las cajas de agua –que incluso están cercadas por construcciones recientes que desestabilizan su permanencia, acueductos históricos superficiales y subterráneos, aunado a un discurso historiográfico que promueva la conciencia y pertinencia de su preservación. Esto conllevaría al desarrollo de nuevas prácticas culturales y turísticas que ofrezcan un imaginario histórico apropiado de la ciudad y un sentido de pertenencia.





**Figura 2.** Tipología de baños capacidad grande familiar a individuales.

El conocimiento histórico en el reordenamiento debe apoyarse en investigaciones científicas serias, en las fuentes primarias involucradas, en la historia oral, en la cartografía histórica y en exploraciones arqueológicas profesionales, que coadyuven en conjunto con las buenas prácticas de preservación del patrimonio fluvial e histórico local actual. El trabajo que queda pendiente es realizar una comparativa de fotografías históricas de los monumentos detectados y cruzar la información con fuentes primarias archivísticas. Asimismo, en el ámbito de la conformación de acequias y acueductos subterráneos hace falta una exploración por medio de sistemas de radares y métodos contemporáneos no invasivos para realizar un plano específico de recorridos. Hace falta también una comparación tipológica de los Baños Grandes y de los baños de Los Arquitos, en los cuales el diseño es muy similar a los baños árabes, tal como este tipo de establecimientos se dio en la España musulmana.

## REFERENCIAS

- AGUIRRE ROMERO, C. E. (1993). *Noticias históricas sobre Aguascalientes contenidas en los libros de gobierno de la audiencia de Nueva Galicia, 1700-1710*. México: Universidad Tecnológica de Aguascalientes.
- BERNAL SÁNCHEZ, J. (2005). *Breves apuntes Históricos, Geográficos y Estadísticos del estado de Aguascalientes*. 2<sup>da</sup> ed. revisada, corregida y anotada [estudio introductorio de J. L. Engel]. Aguascalientes, México: Filo de Agua.
- CORREA, E. J. (1992) *Un viaje a Termápolis*. 2<sup>a</sup> ed. Aguascalientes, México: ICA.
- GÓMEZ SERRANO, J. (1983). *Ojocaliente: Una hacienda devorada por la urbe*. México: CIRA.
- \_\_\_\_\_, (1988). *Aguascalientes en la historia, 1786-1920. Sociedad y cultura*. Tomo iii/Vol. i. México: Gobierno del Estado de Aguascalientes/Instituto de Investigaciones Dr. José María Mora.
- ROJAS, B. (1981). *La destrucción de la hacienda en Aguascalientes, 1920-1931*. México: El Colegio de Michoacán.
- \_\_\_\_\_ et al. (1994). *Breve historia de Aguascalientes*. México: El Colegio de México/Fondo de Cultura Económica/Fideicomiso Historia de las Américas.

## EFECTO DEL REFUERZO CON FIBRAS DE CARBONO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO\*

María de Lourdes Oliván Tiscareño<sup>1</sup>, Rosa Elena García Saldivar, Raúl Barrón Corvera, Edgar Pérez Torres, José L. Echavarría Santiago, Ángel Rivera Flores, Roberto Ortiz Cid

**Palabras clave:** confinamiento, polímeros, resistencia, ductilidad.

### INTRODUCCIÓN

El estudio de los materiales ha evolucionado en las últimas décadas, diferentes campos de la ciencia han contribuido para alcanzar un conocimiento fisicoquímico de ellos, considerando el planteamiento a diferentes escalas, desde la nanoscópica hasta la macroscópica, la aplicación de los materiales a nuevos usos, mediante el cambio de sus propiedades a través de innovadores tratamientos y procesados, ha producido materiales con características mecánicas superiores. Los avances en la tecnología de los materiales compuestos formados por polímeros reforzados con fibras: vidrio, carbono y aramida, han permitido incrementar la utilización de ellos en diferentes industrias, como la aeronáutica, la naval, la del automóvil de carreras. En el campo de la ingeniería civil el uso de materiales compuestos en el diseño de estructuras se ha incrementado en los últimos años, su aplicación permite obtener ventajas superiores en el comportamiento mecánico de elementos en comparación a los materiales tradicionales, empleando su aplicación en diversas construcciones sometidas a las acciones de ambientes agresivos y en estructuras donde se requiere disminuir el peso.

El uso de polímeros reforzados con fibras y materiales epóxicos para reforzar y rehabilitar elementos estructurales es una de las principales aplicaciones de los materiales compuestos en el campo de la construcción. Existen diversas causas por las cuales las estructuras requieren ser apoyadas con estrategias de refuerzo, este requerimiento puede ser resuelto utilizando diferentes métodos de reforzamiento, actividad muy importante, ya sea para dar reforzamiento e incrementar la resistencia y las condiciones de servicio, cuando la capacidad de la estructura existente va a ser modificada, cuando los diseños son adaptados para cubrir nuevas solicitudes, cuando existen errores en el diseño o inadecuada mano de obra en la etapa de construcción o para reparar daños existentes.

El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados de una campaña experimental orientada a analizar el comportamiento mecánico de cilindros de concreto sujetos a compresión

---

\* Fibras de carbono donadas por SIKA MEXICANA.  
1 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: lolivant@hotmail.com

y vigas de concreto sujetas a flexión y cortante, elementos reforzados bajo dos configuraciones de fibras de carbono de alta resistencia, con el fin de observar y medir la aportación de las fibras de refuerzo en términos de resistencia y rigidez, además resistencia-peso y rigidez-peso. En esta óptica, la contribución del estudio experimental permite obtener información sobre las ventajas y desventajas que proporciona otro tipo de material utilizado como refuerzo, la fibra de carbono aunada a un material cementante. También la influencia que induce el tamaño de las bandas de refuerzo, la posición, orientación y el número de ellas.

## METODOLOGÍA

La elaboración de los especímenes del experimento se realizaron con el material concreto, la dosificación se realizó mediante el método de mínimo de huecos, que calcula las cantidades de cemento, grava, arena y agua, con una relación agua-cemento de 0.74. Los materiales pétreos utilizados son de los bancos de materiales de la región de Zacatecas y Aguascalientes, para evaluar la calidad de pétreos se realizaron las pruebas de: secado, granulometría de la arena, granulometría de la grava, densidad relativa aparente de la arena, absorción de la arena, pérdida por lavado, densidad relativa aparente de la grava y absorción de la grava. El tamaño de la muestra ensayada se realizó en 45 cilindros y 22 vigas entre testigos y elementos reforzados. La temperatura y el agua se consideran constantes en la experimentación, la temperatura osciló de acuerdo a la norma y el agua utilizada en la preparación de las mezclas fue agua purificada, el cemento utilizado fue cemento Portland Monterrey CPC 30R.

En relación con los sistemas de refuerzo a base de tejidos de fibra de carbono adheridos a las superficies de concreto, los materiales para estos sistemas de refuerzo son los adhesivos y los materiales compuestos o *compositos*. Los adhesivos aplicados en este proyecto fueron la resina de impregnación de alto módulo y alta resistencia, Sikadur®-301; así como la pasta adhesiva epóxica de alto módulo, alta resistencia estructural para reforzamiento externo con Sika CarboDur o metálico, Sikadur®-30.

Se aplicó el tejido de fibra de carbono de alta resistencia para reforzamiento estructural SikaWrap®-301, tejido unidireccional de fibra de carbono de muy alta resistencia, para el procedimiento de aplicación en seco. Con las siguientes propiedades:

Peso:  $300 \text{ g/m}^2 \pm 15 \text{ g/m}^2$

Densidad de la fibra:  $\approx 1.75 \text{ g/cm}^3$

Espesor de la fibra: 0.166 mm (contenido total de fibra de carbono)

Resistencia a tensión: 4,900 MPa (49,900 kg/cm<sup>2</sup>)

Módulo de elasticidad a tensión: 230,000 MPa (2,344,000 kg/cm<sup>2</sup>)

Elongación a la ruptura: 2.1% (nominal)

La metodología para la realización, preparación y ensayos de los especímenes se realizó conforme a la Norma Mexicana NMX-C-111-ONNCCE (El organismo nacional de normalización y certificación de la construcción y de la edificación)-2004, "Industria de la construcción-agregados para concreto hidráulico-especificaciones y métodos de prueba". La aplicación de las fibras de carbono se realizó con base en las disposiciones técnicas del producto SIKA.

### Refuerzo de confinamiento

Las pruebas en los cilindros se realizaron en probetas de 15 x 30 cm de concreto simple, el refuerzo consistió en el encamisado completo de los especímenes con dos configuraciones, una y dos capas de fibras de carbono SIKA con tejido unidireccional adheridas mediante resinas epóxicas, los cuales fueron sometidos a fuerza axial de compresión.

La variable que se estudió fue el nivel de confinamiento proporcionado por el número de capas de fibras de carbono de refuerzo, la resistencia a compresión de los cilindros de concreto simple se considera una variable controlada, así como la longitud del traslape de la fibra de carbono 10 cm (la menor recomendada), las cuales se consideran constantes.

### Refuerzo a flexión y fuerza cortante

Las pruebas en vigas de concreto de 10 x 15 x 120 cm se realizaron en vigas testigo de concreto simple, vigas con armado de acero en el lecho inferior y vigas reforzadas con fibras de carbono, el tejido de refuerzo para flexión se adhirió externamente a lo largo de toda la longitud del lecho inferior de la estructura de concreto y para efectos de fuerza cortante se colocaron en los tercios extremos de las vigas, encamisados en forma de U mediante resinas epóxicas, como estribos externos.

### Procedimiento de pruebas

Una vez transcurridos los días requeridos para el secado de la fibra, se procedió al ensaye de los elementos. Las pruebas a fuerza axial de compresión en los cilindros se aplicaron hasta la rotura del encamisado en una prensa Controls con velocidad constante de 2.5 ton/cm<sup>2</sup>/s, figura 1. Las vigas se ensayaron en una máquina universal, con el criterio de resistencia a la flexión en cuatro puntos hasta la falla, figura 2. La instrumentación para medir la deformación se realizó mediante un extensómetro de rango 0 a 2.54 mm, graduación 1/100 mm.



Figura 1. Prueba de compresión en cilindros y modo de falla.



Figura 2. a) Viga reforzada y prueba a flexión. b) Modo de falla en viga reforzada y viga testigo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La envoltura de los elementos cilíndricos ejerce una acción de confinamiento que hace mejorar el comportamiento ante la acción de la carga. El número de cilindros para la prueba de resistencia a compresión del concreto se realizó en 11 especímenes, se obtuvo una resistencia media de  $f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$ , dato de referencia para la comparación con la resistencia de los cilindros confinados, figura 3. Asimismo, se muestra el comportamiento mecánico de los

cilindros de concreto simple encamisados con una capa de fibra de carbono. Se puede observar la curva esfuerzo-deformación de la muestra con confinamiento de una capa, la cual presenta un esfuerzo máximo de 300 kg/cm<sup>2</sup> y una deformación máxima de 0.026. La fibra le proporciona un incremento en resistencia de 75% respecto a la resistencia del concreto simple y se observa una ductilidad que representa aproximadamente 10 veces más la deformación última del concreto simple. Adicionalmente, en la misma gráfica se muestra la respuesta del comportamiento mecánico esfuerzo-deformación de los cilindros reforzados con dos capas. El máximo esfuerzo alcanzado es de 520 kg/cm<sup>2</sup> y una deformación máxima de 0.035. Para este refuerzo doble de tejido en cuanto a resistencia, el incremento representa tres veces la resistencia del concreto simple, y con respecto a la deformación, 12 veces más la deformación última del concreto simple. En la óptica de hacer un comparativo, con respecto a la muestra reforzada con una capa y dos capas de refuerzo, es más significativo el incremento en resistencia con 220 kg/cm<sup>2</sup>, en la deformación última se observa sólo una diferencia de 0.009.

El sistema de refuerzo mediante el encamisado de tejido de carbono colocado perimetralmente en los cilindros incrementó su capacidad de carga y deformación, las cuales son dos características importantes en el reforzamiento de estructuras. Adicionalmente, lo práctico de su implementación constructiva lo hace ventajoso, ya que no existe la necesidad de ocupar grandes espacios ni la colocación de una subestructura. Los resultados del estudio permiten observar la contribución neta de las fibras de carbono sin la contribución de barras de acero. El efecto del refuerzo con fibras de carbono le confiere mejoras a las propiedades mecánicas del concreto. Esta técnica de confinamiento externo en columnas que involucran reparación y refuerzo la hace una alternativa atractiva para el reforzamiento, proporciona alta resistencia, lo cual reduce el área de refuerzo, el bajo peso facilita su instalación y evita los problemas de corrosión que se presentan con los refuerzos externos de acero.

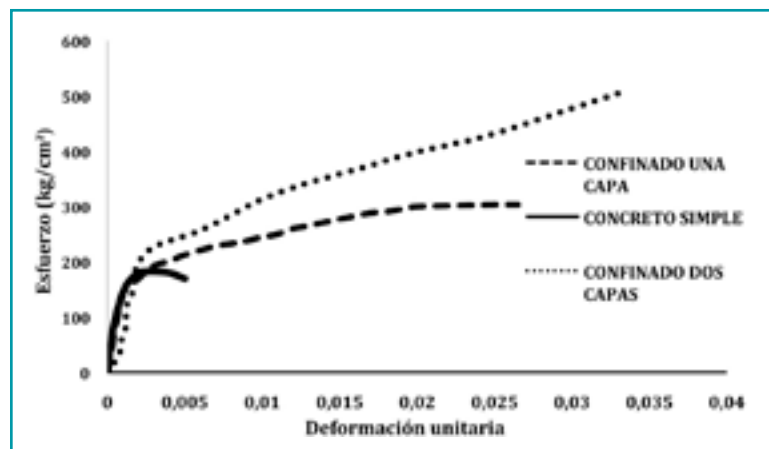


Figura 3. Diagrama esfuerzo-deformación del concreto simple y confinado.

El concreto para la construcción de las vigas se obtuvo con una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>. En la figura 4 se muestra el diagrama fuerza- desplazamiento de los especímenes ensayados, un análisis comparativo de las vigas de concreto sin reforzar, de la viga reforzada con varillas de acero sección subreforzada y de las vigas reforzadas con fibras de carbono a flexión y cortante. La viga denominada testigo, de concreto simple, que permite comparar la capacidad del tejido de carbono tanto en resistencia como desplazamiento, reportó una carga de 0.7 t y un desplazamiento de 1.1 mm, presentando una falla frágil. La viga reforzada con fibras de carbono resistió una carga de 1.8 ton y un desplazamiento máximo de 3.4 mm. Se observa que el tejido de carbono le proporciona un incremento en la resistencia y mayor desplazamiento, las fallas observadas en el concreto son por cortante, mostrando inicialmente agrietamientos que evolucionan en un desprendimiento aproximadamente a 45°, ninguna viga presentó desprendimiento de la fibra longitudinal a flexión, la resistencia a cortante de la fibra fue rebasada y mostró rotura vertical, la falla se acompañó de un ligero estallamiento, menos violento que el de cilindros. La viga con refuerzo de acero alcanza una carga de 2.5 t y 5.3 mm de desplazamiento. La diferencia de resistencia entre el refuerzo de acero y el tejido de carbono es del 28% en cuanto a fuerza y 36% menos desplazamiento.

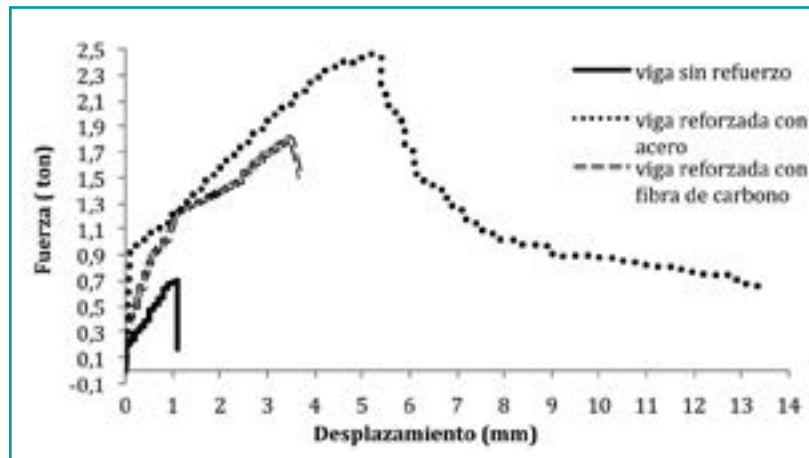


Figura 4. Diagrama fuerza-desplazamiento vigas simple y reforzadas.

En el caso de vigas, en este estudio no se observa ventaja en el refuerzo con fibras de carbono, la ausencia de refuerzo transversal produce un comportamiento que causa una falla frágil en los elementos, otro factor importante es la baja resistencia del concreto de las vigas, se observa que con concretos de alta resistencia la presencia de fibras de carbono mediante laminados y tejidos mejora la respuesta fuerza-desplazamiento con respecto a elementos reforzados mediante barras de acero Picazo Iranzo (2010).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a la campaña experimental realizada con cilindros y vigas de concreto, los cuales se reforzaron perimetralmente y quedaron confinados con fibras de carbono, se tienen las siguientes conclusiones: El peso de los cilindros reforzados se incrementó 1% del peso inicial 1 kg. Por lo tanto la relación resistencia/peso y rigidez/peso aporta grandes ventajas, mayor resistencia y ductilidad, incremento de peso casi nulo. El modo de rotura de las probetas confinadas se debe a la rotura de la fibra, que tiene la característica de ser explosiva; la masa al interior presenta, en algunas probetas, un desmoronamiento como estrangulación del concreto y la marcada fisuración paralela a la dirección de la carga.

El sistema de colocación cumplió el objetivo, tener una estructura monolítica; la longitud de traslape utilizada que es la menor recomendada por SIKA la cual es de 10 cm muestra un anclaje satisfactorio, ya que no se observó deslizamiento de las uniones, y ningún espécimen mostró falla en ellas.

La orientación elegida en la colocación de la fibra, perimetral o circunferencial, fue efectiva al aportar el incremento de la capacidad de los elementos ensayados.

El método de confinamiento con polímeros reforzados con fibras de carbono en elementos de concreto aporta ductilidad, resistencia, bajo peso y fácil aplicación en el caso de cilindros.

En el caso de vigas donde el objetivo era cuantificar la aportación de las fibras de carbono a la viga de concreto simple, se cuantificó un incremento de 2.57 más de carga y 3.3 más desplazamiento; respecto al reforzamiento con acero y fibras de carbono, la diferencia de capacidad en cuanto a fuerza es menor que la unidad 0.28 y desplazamiento 0.36. El refuerzo en vigas mediante fibras de carbono requiere de un concreto de mayor resistencia que le permita a las fibras desarrollar su capacidad de trabajo. El refuerzo en vigas, sobre estructuras previamente reforzadas con acero aporta grandes beneficios en el comportamiento mecánico de ellas.

## REFERENCIAS

NMX-C-111-ONNCCE-2004. Industria de la construcción-agregados para concreto hidráulico-especificaciones y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia. *Diario Oficial de la Federación*, 27 de julio de 2004.

NMX-C-122-ONNCCE-2004 Industria de la construcción-agua para concreto-especificaciones. Declaratoria de vigencia. *Diario Oficial de la Federación*, 1 de marzo de 2004.

NMX-C-159-ONNCCE-2004 Industria de la construcción -concreto- elaboración y curado de especímenes en el laboratorio. Declaratoria de vigencia. *Diario Oficial de la Federación*, 1 de marzo de 2004.

NMX-C-435-ONNCCE-2004 Industria de la construcción-concreto-método para determinar la temperatura del concreto fresco. Declaratoria de vigencia. *Diario Oficial de la Federación*, 1 de marzo de 2004.

PICAZO IRANZO, Á. (2010). *Estudio experimental de comportamiento a esfuerzo cortante de vigas de hormigón reforzadas con fibra de carbono*. Tesis de maestría. Madrid: E. U. de Arquitectura Técnica (UPM). 155 pp.

### **Dictiotopografía**

SIKA MEXICANA [Portal electrónico]. Recuperado de [www.sika.com.mx](http://www.sika.com.mx)



## PROPUESTA DE UN MODELO DE USOS Y DESTINOS DEL SUELO PARA LA ZONA METROPOLITANA DE AGUASCALIENTES

Óscar Luis Narváez Montoya<sup>1</sup>, Rodrigo Franco Muñoz, Arnoldo Romo Vázquez, Rogelio Tiscareño Silva

**Palabras clave:** modelos de ocupación y uso del suelo, área metropolitana de Aguascalientes, programas de ordenamiento del territorio.

### INTRODUCCIÓN

El proyecto se planteó como objetivo el proponer un modelo de usos y destinos del suelo con base en las potencialidades y limitaciones del territorio, el aprovechamiento racional de los recursos, las expectativas de la población y la caracterización y valoración de la estructura económica de la zona con el fin de dar respuesta a la falta de instrumentos de planeación que aborden de manera integral u holística la ordenación del territorio de la zona metropolitana de Aguascalientes. Son dos los fundamentos teórico-metodológicos: el primero tiene que ver con las premisas del ordenamiento territorial y el segundo con el enfoque de la planeación estratégica.

Por otro lado, el equipo de trabajo que desarrolla el proyecto y que conforma el Cuerpo Académico de Estudios Urbanos y Ordenamiento del Territorio tiene importante experiencia en los aspectos de ordenación del territorio al haber participado en la elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento del Territorio de Aguascalientes (SEPLADE, 2003) y realizar el Proyecto Estratégico para el desarrollo de la zona poniente de la ciudad de Aguascalientes (Narváez Montoya et al., 2009).

### METODOLOGÍA

La hipótesis de la que se partió fue la siguiente: es factible planificar a largo plazo la zona metropolitana de Aguascalientes a partir de la utilización de las técnicas de la ordenación del territorio para proponer, mediante una visión holística, un modelo de usos y destinos del suelo más acordes con las limitaciones y potencialidades del territorio, el desarrollo económico y las expectativas de la población. Son dos los fundamentos teórico-metodológicos: el primero tiene que ver con las premisas del ordenamiento territorial, el cual se define como

un proceso y una estrategia de planificación de carácter técnico-político, con el que se pretende configurar, en el largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, acorde con las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo (Massiris, 2000: 45).

<sup>1</sup> Departamento de Teoría y Métodos, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: onarvaez@correo.uaa.mx

Y el segundo el enfoque de la planeación estratégica entendida como

un proceso creativo que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo, establece un sistema continuo de toma de decisiones que comporta riesgo, identifica cursos de acción específicos, formula indicadores de seguimiento sobre los resultados e involucra a los agentes sociales y económicos locales a lo largo de todo el proceso (Fernández Güell, 1997: 54).

Las premisas de la metodología a utilizar son: a) la aplicación del enfoque sistémico (la estructuración espacial de los asentamientos puede entenderse mejor si se contemplan desde una perspectiva de conjunto que considere tanto las características de cada uno de ellos como sus relaciones); b) la inclusión de técnicas de prospectiva (la planificación estratégica asume que el futuro es incierto, razón por la cual tiene que hacer uso de instrumentos de prospectiva eficaces y manejables como el diseño de escenarios); y c) el desarrollo de una participación operativa (el esfuerzo de planificación es de tal magnitud que requiere el involucrar a los agentes clave de la comunidad en el proceso, asegurando que su participación tiene lugar en el momento adecuado).

En cuanto a las ventajas de la metodología a utilizar, se puede mencionar que esta ofrece una visión global e intersectorial del sistema urbano a largo plazo; identifica tendencias y anticipa oportunidades; formula objetivos prioritarios y concentra recursos limitados en temas críticos; estimula el diálogo y el debate interno; y amplía la perspectiva política y social (Fernández Güell, 1997: 56). La metodología propuesta para la elaboración del proyecto es una variación y adaptación de la metodología de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2001) para la elaboración de programas estatales de ordenamiento del territorio. El estudio se realizó de enero de 2012 a junio de 2014.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se agruparon en cuatro grandes apartados. El primero tiene que ver con el **marco teórico** elaborado, el cual contiene la siguiente temática: conceptos de conurbación y metropolización; técnicas de análisis de las áreas metropolitanas; los instrumentos de planeación y ordenamiento de las zonas metropolitanas; cambio climático y áreas metropolitanas; recursos hídricos y áreas metropolitanas; e indicadores para el análisis de las Áreas Metropolitanas. El segundo apartado se refiere a la *identificación de las potencialidades y limitaciones del territorio* según cada uno de los cuatro subsistemas considerados (natural, económico, urbano y social). El tercer apartado tiene que ver con el *diagnóstico y estrategias por subsistema*. En el último apartado se realiza la *propuesta de un modelo de ocupación y uso del suelo para la zona metropolitana de Aguascalientes*.

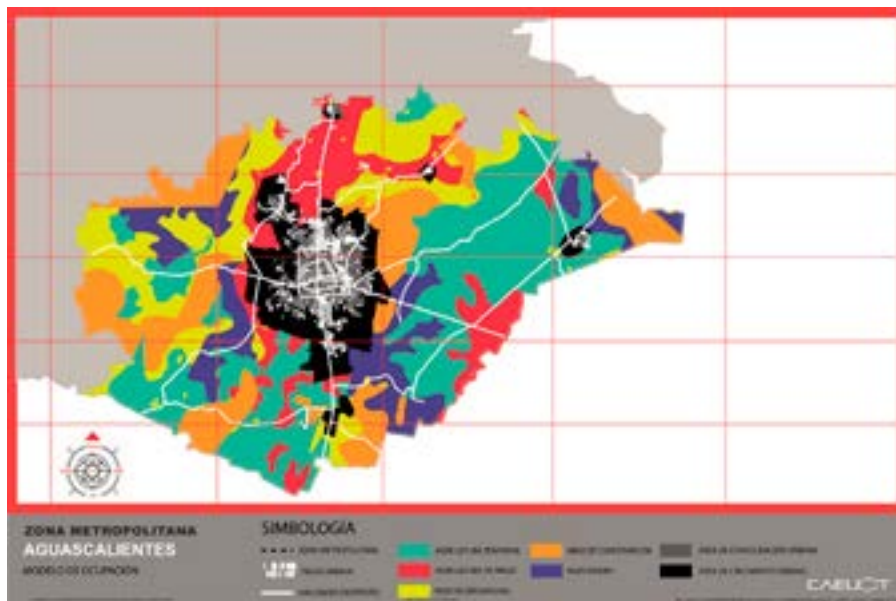
De acuerdo al escenario tendencial identificado en el estudio, de continuar la falta de voluntad política en los tomadores de decisiones en relación a la autorización de cambios de usos del suelo sin respetar los instrumentos de planeación, sobre todo de nuevos desarrollos habitacionales, continuará el deterioro de los recursos naturales y en general del medioambiente, entre otros; se acentuará la deforestación, se intensificará la erosión del suelo, disminuirá la infiltración del agua hacia el subsuelo, se incrementará la extracción de agua para diversos usos, se agravará la sobreexplotación de acuíferos, la calidad del agua disminuirá, lo mismo que su disponibilidad. Ello además de incrementar los costos del valor de la tierra, provocará más conflictos de usos del suelo, polarizará la acumulación de la riqueza por parte de especuladores y provocará conflictos sociales. Habrá poca diversificación de la economía y continuará centrándose solo en algunos sectores afectando el desarrollo económico de la región.

La destrucción del hábitat ocasionará el desequilibrio ecológico, se reducirá la calidad ecológica, se incrementará la fragilidad natural y disminuirá la resiliencia de los sistemas ecológicos, por tanto, los efectos del cambio climático serán mayores. Las lluvias serán más intensas pero más erráticas, lo que dificultará sincronizar la temporada de

cultivos con la temporada de lluvia, el riesgo de las cosechas será mayor. La extremosidad de la temperatura y del clima hará más vulnerable a la población, surgirán nuevos padecimientos de salud por la proliferación de parásitos y vectores que no eran propios de estas latitudes; como por ejemplo, el dengue, el paludismo y otros padecimientos similares. Se incrementará el consumo de hidrocarburos propiciados por el incremento natural de población, pero, además, porque se ocasionarán más conflictos viales, lo cual repercutirá en los costos de producción de bienes de consumo y, en general, en los costos de la calidad de vida, agravando la inequidad económica y la desigualdad social.

De continuar la inercia de concentración-dispersión de las localidades en la Zona Metropolitana de Aguascalientes, sin un programa de Ordenamiento Territorial con objetivos y estrategias definidas según su potencial, se reforzará la concentración de las actividades productivas, de recursos y de servicios, cada vez más desarticulada, sujeta a la especulación y a una movilidad urbana deficiente, afectando directamente a la calidad de vida de sus habitantes.

Con base en el análisis de los resultados de las distintas etapas, se elaboró la propuesta del modelo de ocupación y uso de suelo para la Zona Metropolitana de la Ciudad de Aguascalientes considerando un horizonte de planeación para el año 2040, la cual se muestra en la figura 1:

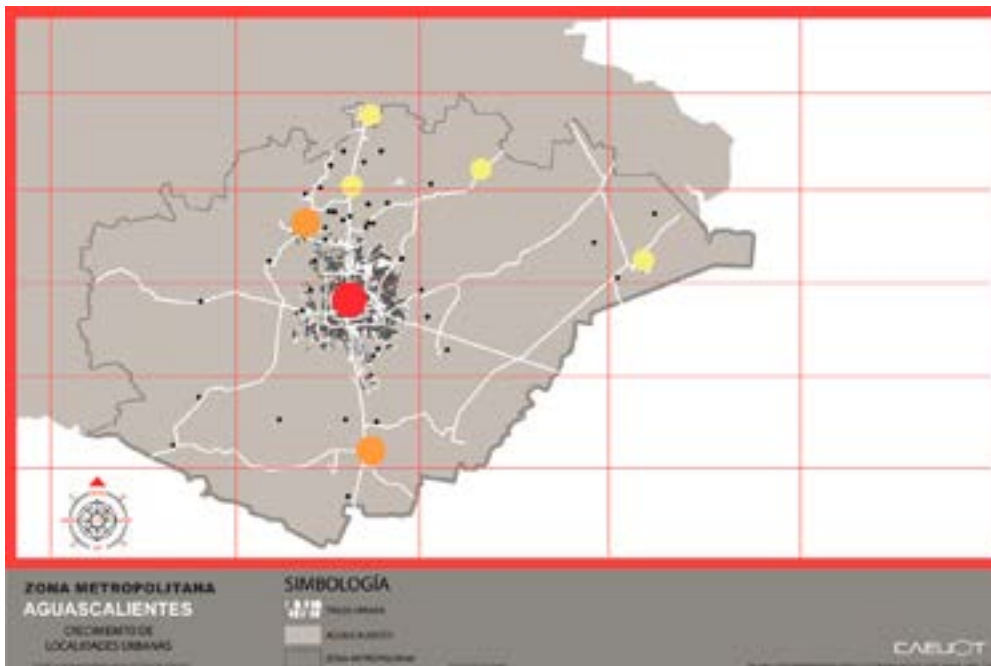


**Figura 1.** Modelo de ocupación y uso del suelo propuesto.

En este modelo se propone consolidar la zona urbana de las localidades de Aguascalientes y Jesús María, y en la zona sur el área urbana de Peñuelas, la cual requiere de intervención para su crecimiento y consolidación, ya que al estar rodeada de zonas industriales, comerciales y de servicios importantes se convertirá en un polo importante, y su desarrollo debe ir aparejado con un crecimiento de sus zonas productivas.

Como área de crecimiento urbano se propone una superficie aproximada de 127.995 km<sup>2</sup> con una tendencia de crecimiento hacia el norponiente y hacia el sur, ya que el crecimiento hacia el oriente ya no es factible porque las áreas de reserva boscosas no lo permiten, además de que cuenta con una geografía muy elevada, lo cual dificultaría la obtención de agua para su abastecimiento. De igual manera, dentro de la zona metropolitana se cuenta con áreas protegidas con una extensión de 111.76 km<sup>2</sup>; asimismo, para los usos de suelo de reserva industrial, de servicios y de comercio se propone un área de 51.604 km<sup>2</sup>, en la zona de El Llano la mayor parte es reserva ecológica.

Se propone como estrategia en la zona de crecimiento urbano de la zona metropolitana una política de consolidación de las zonas intraurbanas que han crecido de manera dispersa, por lo cual se requiere impulsar el crecimiento de ciudades alternas que amortigüen la concentración del sistema actual. Para amortiguar el desequilibrio urbano imperante de la ciudad de Aguascalientes y su conurbación con Jesús María se propone el impulso de las localidades de Peñuelas, Margaritas, San Francisco de los Romo, Jaltomate Salto de los Salados y Palo Alto (véase figura 2).



**Figura 2.** Crecimiento de localidades urbanas.

La estructura urbana propuesta se apoya en la instalación de nuevos equipamientos urbanos, infraestructura, servicios, movilidad, aprovechamiento del uso potenciales del suelo y nuevas áreas industriales. La zona metropolitana se estructurará en un sistema multinuclear; es decir, una ciudad principal e identificable pero, al mismo tiempo, la conexión con otros polos urbanos con los que establece una serie de relaciones complementarias.

## CONCLUSIONES

Ante la falta de instrumentos de planeación que aborden de manera integral u holística la ordenación del territorio de la zona metropolitana de Aguascalientes el proyecto se plantea como objetivo el proponer un modelo de usos y destinos del suelo con base en las potencialidades y limitaciones del territorio, el aprovechamiento racional de los recursos, las expectativas de la población y la caracterización y valoración de la estructura económica de la zona.

La propuesta metodológica alternativa considera los siguientes aspectos: el abordaje holístico e integral; el manejo racional del recurso hídrico; las adaptaciones hacia el cambio climático; la caracterización y valoración de la estructura económica de la zona metropolitana en su capacidad de generación de empleo; la calidad de vida urbana; la estructuración urbana (vial, equipamiento, infraestructura básica); la movilidad de la población y el sistema integral de asentamientos humanos.

## REFERENCIAS

- FERNÁNDEZ GÜELL, J. M. (1997). *Planificación estratégica de ciudades*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- MASSIRIS CABEZA, A. (2000). *Marco de referencia conceptual y metodológico para la elaboración de escenarios de uso y aprovechamiento del territorio*. México: Secretaría de Desarrollo Social e Instituto de Geografía de la UNAM.
- NARVÁEZ MONTOYA, O. L., ANDRADE BÁRCENAS, M. L., CASTAÑEDA BAÑUELOS, G., DURÁN LÓPEZ H., ROMO VÁZQUEZ, A., RUVALCABA SANDOVAL, M. G. y TISCAREÑO SILVA, R. (2009). *Ordenamiento del Territorio de periferias urbanas. El Caso de la Zona Poniente de la Ciudad de Aguascalientes*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) (2001). *Términos de referencia generales y metodología para los Programas Estatales de Ordenamiento del Territorio*. México: Secretaría de Desarrollo Social. Dirección General de Ordenación del Territorio.
- SEPLADE (Secretaría de Planeación y Desarrollo del Estado) (2003). *Programa Estatal de Ordenamiento del Territorio*. México: Gobierno del Estado de Aguascalientes.

## LECTURA DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL URBANO-ARQUITECTÓNICA DEL PARQUE INDUSTRIAL QUERÉTARO

Tonahtiuco Moreno Codina<sup>1</sup>, Netzahualcóyotl López Flores,  
Mónica Susana De la Barrera Medina

**Palabras clave:** Corredor Logístico Industrial Automotriz del Bajío, Corredor Logístico Industrial Noreste, parque industrial Querétaro, clústeres industriales.

### INTRODUCCIÓN

La ponencia se estructura a partir del proyecto de investigación en proceso del Modelo de Regionalización en el Eje Interior del Pacífico, sobre la Carretera Federal No. 45 México-Querétaro en el entronque del Libramiento Querétaro-San Luis Potosí en el municipio El Marqués, Qro., en la localidad El Colorado, donde convergen la desviación de dos corredores, reflejando dos trayectorias con un mismo patrón territorial sobre el Parque Industrial Querétaro (PIQ) por su ubicación geográfica se contempla primeramente el Corredor Logístico Industrial Noreste por la Carretera Federal No. 57 Querétaro-San Luis llegando hasta el “Complejo Industrial Automotriz General Motors” y el “Parque Industrial Logistik San Luis Potosí: BMW”. En un segundo trayecto a 26.5 Km., al sur del Corredor Logístico Industrial Automotriz del Bajío por la Carretera Federal No. 45 Querétaro-Celaya llegando hasta el “Megaclúster Automotriz Daimler Mercedes Benz y Renault Nissan” en Aguascalientes.

En ambos corredores se localizan clústeres industriales en las inmediaciones de áreas de cultivo, áreas ejidales, haciendas, rancherías, asentamientos irregulares, localidades rurales, urbanas, zonas conurbadas y metropolitanas propensas a ser detonadores de proyectos por los desarrolladores empresariales inmobiliarios, siendo fundamental llevar a cabo un estudio de la comprensión de las realidades urbanas y del desarrollo regional, que se manifiestan mediante una movilidad intermodal sobre el tejido urbano social.

### METODOLOGÍA

Mediante imágenes satelitales, mapas y planos cartográficos, para la localización georreferencial de las poligonales de los predios del PIQ y su entorno circundante de las localidades aledañas, mediante una metodología de análisis descriptivo y comparativo del espacio regional y su integración con respecto a la estructura espacial urbano-arquitectónica. Tomando como referente la delegación de Santa Rosa Jáuregui, Qro., siendo una estructura territorial con una diversidad de

<sup>1</sup> Departamento de Teoría y Métodos, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: tmoreno@correo.uaa.mx, tonahtiuco@hotmail.com

actividades productivas, con formas estructurales espacial urbano-arquitectónica diferentes, caracterizada por una «discontinuidad continua» (Balbo & Navaez-Bouchanne, 1993) dentro del planteamiento teórico de la ciudad fragmentada (fragmentación urbana física), evaluando si los nuevos comportamientos espaciales están acentuando las condiciones de transformaciones productivas y dinámicas territoriales mediante una urbanización neoliberal comprendida por el PIQ, y la tensión espacial que predispone circundante a las localidades cercanas.

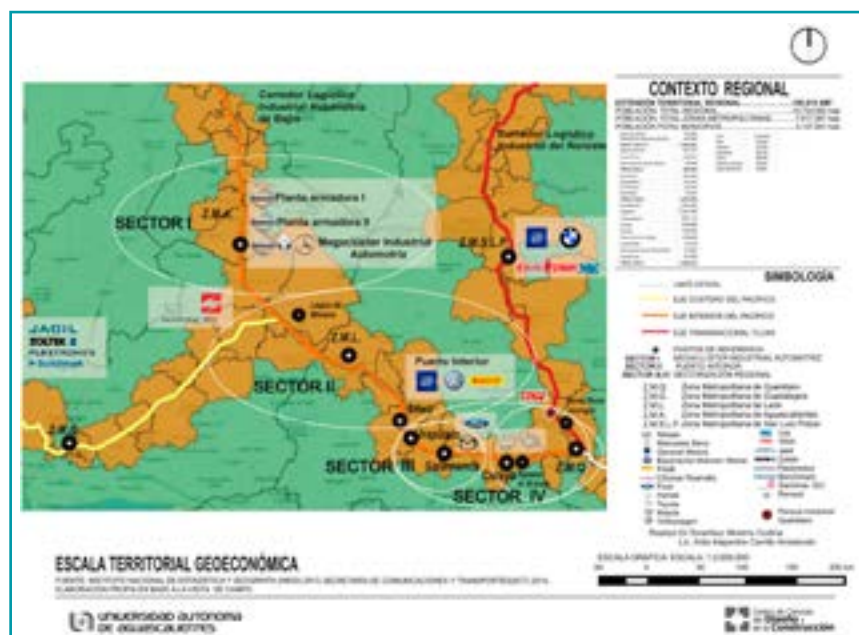
El siguiente planteamiento es la postulación del análisis del sistema de infraestructura intermodal del PIQ mediante la postura teórica del análisis regional en la economía global, es una unidad del conocimiento y de la importancia del reescalamiento de la urbanización del posicionamiento de la ciudad-región, dentro de esta postura (Hiernaux, 1991) indicando “que la región es la unidad territorial de base que articula los diversos espacios del capital mundial y que por lo tanto el análisis regional debe de estar en el centro de las preocupaciones de los estudios territoriales”.

A partir del método comparativo transversal basado en la observación dirigida, en las visitas de campo se pudieron apreciar espacios abiertos y otros cerrados de las comunidades; es decir, morfologías espaciales que conducen a generalizar situaciones adversas o beneficiarias a situaciones urbanas, mantiene dinámicas de regionalización territorial más que de regeneración del tejido urbano social, pero sí con una vertiente de crecimiento de privatizar más territorios, con una monotonía y repetición morfológica arquitectónica de clústeres industriales dejando claro que la privatización del espacio público y comunitario es una delimitación de una postura de una urbanización neoliberal, que pone fronteras y controla la conectividad y accesibilidad de la delegación de Santa Rosa Jáuregui.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Bajío

La importancia del contexto regional manteniendo una conectividad de 504 km. haciendo un tiempo estimado de 5 h 56 min al puerto de Lázaro Cárdenas, Mich; y a 562 km con un tiempo estimado de 7 h 44 min al puerto de Manzanillo, Col; y a 489 km haciendo 6 h 35 min al puerto de Altamira y Tampico, Tamps., mientras que al Puerto de Veracruz a 576 km con un estimado de tiempo de 6 hrs. 27 min.



**Figura 1.** Contexto regional del Corredor Logístico Industrial Automotriz del Bajío y del Corredor Logístico Industrial Noreste.

### **Eje Interior del Pacífico**

La secuencia espacial dinámica sobre el Corredor Logístico Industrial Automotriz del Bajío. A partir del PIQ siguiendo una trayectoria lineal por el Estado de Guanajuato se localiza la Planta de Ensamble Automotriz Toyota en Apaseo el Grande, enseguida el Parque Industrial Amistad Bajío; continuando en el trayecto se establece el Complejo Industrial Automotriz Honda en Celaya; y posteriormente el Complejo Industrial Automotriz Mazda en Salamanca; esta continuidad lineal establece un vínculo con la Planta de Transmisiones Automotrices Ford en Irapuato y el Parque Industrial Apolo y más adelante se localiza el Parque Industrial Castro del Río y en Silao el Complejo Manufacturero Automotriz General Motors; posteriormente el máximo representante de plataforma logística intermodal el “Puerto Interior Silao: Volkswagen–Pirelli” y continuando hasta el Polo de Desarrollo Industrial Sur de Aguascalientes, conformado en primera instancia por el “Megaclúster Automotriz Daimler Mercedes Benz y Renault Nissan”, posteriormente al paso de la Planta Automotriz Nissan hasta llegar a la Ciudad Industrial en un tiempo estimado de 3 h 45 min abarcando una extensión de 242.5 km en un eje logístico que impulsa el desarrollo económico regional y territorial, con una vinculación de intercambio de materias primas, servicios, mercancías, dotando al mercado de bienes y servicios para satisfacer necesidades de estándares internacionales de productos manufacturados de calidad en el sector automotriz, permitiendo una conectividad con la Comarca Lagunera hasta la ciudad fronteriza de Ciudad Juárez (figura 1).

### **Eje Transnacional del TLCAN**

El Corredor Logístico Industrial del Noreste siguiendo una trayectoria lineal a partir del entronque del Libramiento Querétaro-San Luis Potosí, por las localidades de La Carbonera, Pie de Gallo, Hacienda Santa Rosa, Montenegro, Tierra Blanca, Chichimequillas, Buenavista, San Isidro Buenavista, Puerto Aguirre, Pinto y La Estacada en las inmediaciones de la infraestructura logística intermodal del PIQ continuando su trayectoria lineal por algunas localidades del Estado de Guanajuato con intervenciones sectoriales del medio ambiente y estrategias integrales en la inserción global de la región Mineral de Pozos, San José Iturbide y San Luis de la Paz, a su vez el Estado de San Luis Potosí con la intervención de la reestructuración territorial e intercomunicación eficiente, a partir del sistema de enlaces y comunicación intermodal con el “Parque Industrial Logistik San Luis Potosí: BMW”, municipio de Villa de Reyes, en la localidad Laguna San Vicente y el “Complejo Industrial Automotriz General Motors” en un tiempo estimado de 2 h 30 min abarcando una extensión de 230.5 km manteniendo una estrecha relación con la Zona Metropolitana de Monterrey hasta la ciudad fronteriza de Laredo (figura 1).

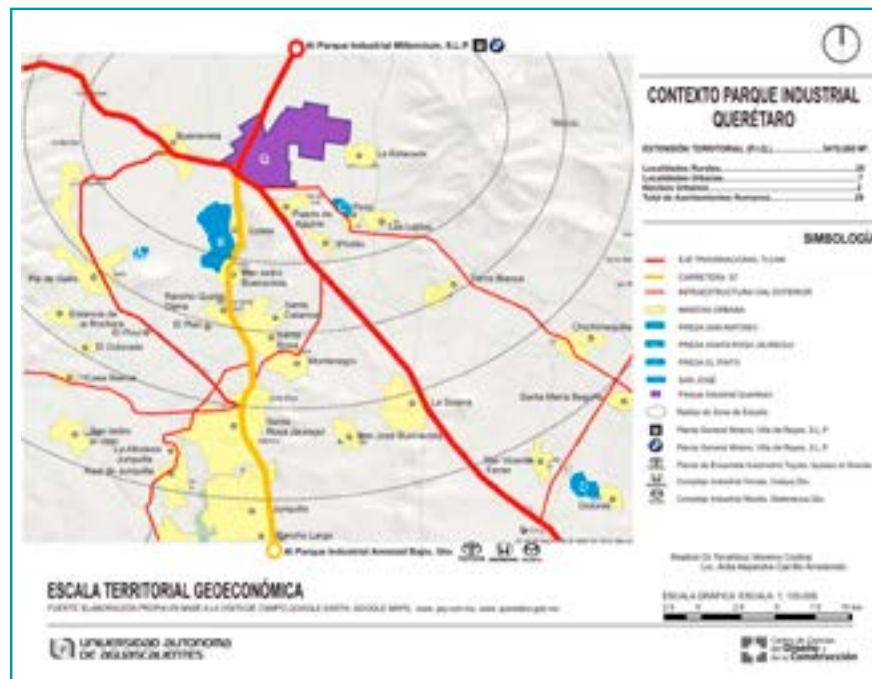
### **Santa Rosa Jáuregui**

Acentuando las condiciones de un sistema de infraestructura logística intermodal con transformaciones productivas y dinámicas territoriales, conformando una poligonal de actuación de 231 ha del PIQ. La figura 2 describe las áreas de influencia de una vertiente de crecimiento metropolitano con más de 2 millones de habitantes debido a la llegada de inmigrantes nacionales, internacionales y el incremento en la tasa de natalidad, un área que recibe a 63 personas nacionales por día, estimando que para el 2015 60% de la población residirá en la zona metropolitana, que comprende Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan, con 1 millón 174 mil 224 habitantes (Hernández, 2015; Redacción, 2015). El crecimiento urbano industrial favoreció la proliferación de los asentamientos irregulares y el crecimiento poblacional se debe a la inmigración de personas que ingresan de otros estados: Hidalgo, Michoacán, Estado de México, Guanajuato.

La ciudad de Querétaro esta constituida por siete delegaciones en donde se encuentran el 72% de los asentamientos irregulares (Redacción, 2015), conformando Santa Rosa Jáuregui una delegación con un emplazamiento de una plataforma logística intermodal, laborando aproximadamente 35,000 personas y una población flotante de 2,500 visitantes mensuales, que son los que le dan servicio y mantenimiento, vigilancia y proveedores; circundante a esta plataforma se localizan Buenavista, Presa Santa Rosa Jáuregui, San Isidro Buenavista, Puerto Aguirre, Pinto, Presa Pinto y La Estacada con una población aproximada de 8,120 habitantes, dando un total de 45,620 personas que inscriben y dimensionan una periferia dentro del proceso de crecimiento urbano industrial que actualmente cobra un significado especial por las nuevas formas de apropiación y uso del espacio urbano como un proceso de segregación espacial y fragmentación física territorial de una



expansión urbana dispersa con localidades rurales y urbanas y la aparición de asentamientos irregulares con condiciones de irregularidad e ilegalidad que no hacen posible que las autoridades correspondientes brinden los servicios básicos.



**Figura 2.** Contexto Parque Industrial Querétaro.

Así la postura (Bervejillo, 1996), la estrategia de desarrollo territorial de los cambios globales es la discontinuidad, es indisoluble de la observación de los aspectos morfológicos y tipológicos, que otorgan una identidad a la comunidad, lo que condiciona su crecimiento físico-formal, físico- funcional, sus niveles de infraestructura, equipamiento y servicios; es decir, prevalece la conectividad de redes y flujos de relación logística comercial alrededor del PIQ y desaparece el interés de orden social.

### Clústeres industriales

Desde 1997, el PIQ se ha consolidado como un referente para el Bajío, por su ubicación geográfica en la intersección del Libramiento Querétaro-San Luis Potosí y la Carretera Federal No. 57 Querétaro-San Luis Potosí km. 28.5, en Santa Rosa Jáuregui, Qro., manteniendo el emplazamiento un tejido interno homogéneo con respecto a su distribución de lotificación industrial, con una materialización de predisposición de naves industriales, galeras de almacenaje, talleres y área administrativa y de servicios con un funcionamiento bien integrado, lo que resulta un indicador relevante es su configuración y morfología espacial y la predisposición de espacios residuales desconectados de una realidad urbana, una poligonal cerrada condicionando las geometrías de las trazas urbanas y rurales de los asentamientos humanos con fuertes depresiones de frontera provocando espacios segregados sin la posibilidad de una relación visual y física de las partes que compone su tejido social, lo que es un fenómeno de asociación de diferencias del comportamiento de la secuencia espacial sobre el eje carretero de una desconstrucción del conjunto paisajístico por la singularización de sectores que adquieren una identidad propia sin la integración espacial urbana y adquiere una relevancia exclusivamente en las aspiraciones de competitividad de desarrollo regional sobre los dos corredores en la coordinación y colaboración con los actores políticos y económicos para integrar un Nodo de Interacción Económica (Moreno Codina, 2010) dentro de un umbral global debiendo ser un facilitador en la conectividad logística intermodal entre regiones y ciudades metropolitanas; es decir, integrando una estructura de una comarca de competitividad logística integral y global, determinando un nuevo paradigma de planear, organizar, dirigir y evaluar una ciudad-región sobre un eje logístico.

## CONCLUSIONES

Esta modalidad de clústeres industriales en función de la jerarquía de los corredores dan lugar a un sistema de infraestructura intermodal, articulada y condicionada por una urbanización neoliberal que refleja una predisposición de plantas armadoras automotrices, dentro del cual la plusvalía del suelo tiene un papel primordial como elemento regulador y reproductor de la apropiación y sectorización del territorio. Este proceso ha configurado la estructura metropolitana regional del Bajío con transformaciones que han significado áreas integrales regionales y una discontinuidad continua de localidades urbanas con una ausencia de referentes comunes; es decir, la nula interacción de sus partes y puntos referenciales con el PIQ, tanto de los espacios privados con la trama urbana social, la ausencia de espacios intermedios de transición entre el dominio público y el privado, con un grado de informalidad con la que se ha desarrollado la zona norte de Santa Rosa Jáuregui disgregada, producto de la manifestación de una necesidad de posicionamiento territorial sobre las inmediaciones de un eje carretero, distanciado de una cabecera municipal bajo marcos normativos ineficientes incapaces de regular los intereses públicos y privados, ha producido la aparición de asentamientos irregulares con el detrimento de áreas fértiles para la agricultura y el uso forestal, etc; ocupadas o abandonadas devaluando su carácter de productividad. Todo ello conlleva una tendencia sectorial lineal provocada por una vertiente de crecimiento paralelo a las vías rápidas intraurbanas que hace perder a la periferia urbana su dimensión espacial y da como resultado una ciudad dispersa y anárquica, que coexiste con distintos tipos de tejidos urbanos en torno a zona metropolitana con patrones de asentamientos marcados por una urbanización dispersa y por contrastes socioeconómicos y de densidades de población, lo que obliga a adecuar y replantear los instrumentos de planeación de desarrollo urbano metropolitano predispuestos sobre los corredores en un horizonte de integración de planeación regional.

## REFERENCIA

- ALBURQUERQUE, F. (2006). *Clústeres, Territorio y Desarrollo Empresarial: Diferentes Modelos de Organización Productiva*. Cuarto Taller de la Red de Proyectos de Integración Productiva. San José, Costa Rica: Fondo Multilateral de Inversiones (MIF/FOMIN); Banco Interamericano de Desarrollo.
- ASUAD SANÉN, N. (2001) *Economía regional y urbana: Introducción a las teorías, técnicas y metodologías básicas*. México: AEFÉ, BUAP y Colegio de Puebla.
- BALBO, M. et NAVEZ-BOUCHANINE, F. (1993). *Frammentazione spaziale e frammentazione sociale: il caso di Rabat-Sale*. Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Dipartimento di Analisi Economica e Sociale del Territorio, p. 37.
- BERVEJILLO, F. (1996). *Territorios en la globalización, cambio global y estrategias de desarrollo territorial* [Documento]. Santiago de Chile, Chile: CEPAL/ILPES, LC/PIG.99, Dirección de Política y Planificación Regional.
- HIERNAUX, N. D. (1991). En la búsqueda de un nuevo paradigma regional. En B. R. Ramírez V. (Comp.), *Nuevas Tendencias en el Análisis Regional* (pp. 33-48). México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- MORENO CODINA, T. (2010). Nodos de Interacción Económica. *Revista Quívera*, Centro de Investigación Estudios Avanzados en Planeación Territorial de la Facultad de Planeación Urbana y Regional, Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM, 11(2010-2).

### Dictiotopografía

- HERNÁNDEZ, E. (2015). *El Universal Querétaro*. Recuperado de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/portada/28-05-2013/preven-poblacion-de-2-millones-para-2015#sthash.idEOGcfz.dpuf>.
- REDACCIÓN (2015). *El Universal Querétaro*. Recuperado de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/21-08-2012/de-la-mano-industrializacion-y-crecimientourbano#sthash.8FapMqtb.dpuf>.

## EVOLUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO COLECTIVO EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES: SU TRÁNSITO DESDE EL ENTORNO HISTÓRICO AL CONDOMINIO RESIDENCIAL

Rodrigo Franco Muñoz<sup>1</sup>

**Palabras clave:** espacio urbano colectivo, plazas, parques, características físicoespaciales y m<sup>2</sup> de espacio público por habitante.

### INTRODUCCIÓN

El hecho de urbanizar un territorio está muy alejado del de construir ciudad, en el término global que esto implica, para ello se requiere una estructura urbana que privilegie los espacios públicos, con una aceptable movilidad en todos sus medios de transporte, con un tejido urbano que articule el entorno urbano, espacios de centralidad y áreas habitacionales que cuenten con todos sus satisfactores.

Debemos estar conscientes de que una ciudad bien planeada es donde se proyectan los satisfactores básicos que requiere una sociedad para su adecuado desarrollo, en ella se debe incluir necesariamente la edificación del espacio colectivo, que resuelva las necesidades básicas de esparcimiento, comunicación, identidad y significado, entre otros. El espacio público es un elemento indispensable en cualquier estructura urbana, su carencia es sinónimo de deterioro urbano. Un sistema urbano que no funciona adecuadamente está desconociendo al espacio urbano como una función básica y necesaria en el desenvolvimiento social. Una de las funciones del espacio público es dar coherencia y orden al territorio urbano, en donde se manifiestan múltiples funciones y usos del suelo que deben ser articulados por estos espacios, es así como se genera una estructura en el entorno urbano y se construye acertadamente una ciudad.

Debido a la importancia que implica el espacio público se planteó como objetivo central del proyecto de investigación el análisis sobre las características que presenta el espacio urbano de convivencia, esparcimiento y paseo al interior de los diversos tipos de desarrollo habitacional que se han construido en la ciudad, a partir de la ciudad histórica. Los barrios antiguos, primeras colonias periféricas, fraccionamientos, unidades habitacionales, asentamientos irregulares y condominios. Todos estos enmarcados en los diversos modelos de crecimiento que ha tenido la ciudad y que corresponden en su estructura a un periodo histórico. En cada uno de estos desarrollos habitacionales se detectó en su espacio público sus cualidades, problemática y estructura espacial, para finalmente determinar sus características funcionales como son: su estructura, ubicación y características físicoespaciales.

<sup>1</sup> Departamento de Teoría y Métodos, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: rfranco@correo.uaa.mx

## METODOLOGÍA

Para el análisis de las características espaciales y funcionales del espacio público, en cada uno de los diferentes entornos habitacionales que se han construido, base indispensable para evaluar y detectar los requerimientos de la población, en los cinco modelos o etapas de crecimiento detectados en la ciudad.

Se plasmó por medio de unas tablas el número, superficie y población de cada uno de los desarrollos edificados en cada entorno residencial, como son las colonias, fraccionamientos, unidades habitacionales, etc. Esta información es básica para poder obtener los índices sobre los m<sup>2</sup> por persona y el porcentaje que se ha construido de superficie del espacio público, con respecto a la superficie que ocupa el desarrollo habitacional. Con referencia al espacio público en sus características particulares y generales se presentan en planos de la ciudad, su ubicación, radio de influencia, superficie y porcentaje de m<sup>2</sup> por habitante. Se describen y plasman en tablas las condiciones por entorno residencial de cada uno de ellos, en donde se presenta el nombre de la colonia, fraccionamiento, superficie, entre otros.

Sobre las características fisicoespaciales y calidad del espacio público, se realizó un análisis de manera específica, con base en ciertos indicadores que permitieron su evaluación, estos fueron: zonificación, esquema funcional (circulación, recorridos, jerarquía, espacios de transición, accesos, vestíbulos, origen destino, etc.) integración esquema-zonificación, entre otros. Todo ello se plasmó en tablas, planos descriptivos, acompañados por fotografías del sitio. El conocer la problemática del espacio público y contrastarla por medio de un análisis comparativo entre los ámbitos residenciales permitió hacer su evaluación y detectar la transformación funcional que han experimentado, desde el jardín de la ciudad histórica hasta su desaparición en el entorno del condominio habitacional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron en la investigación cinco modelos de crecimiento urbano de la ciudad, estos fueron: el espacio central consolidado, la redensificación de las antiguas huertas, el primer crecimiento periférico de la ciudad de 1890 a 1970, la industrialización de la ciudad y la construcción de una gran diversidad de desarrollos habitacionales de 1971 a 2013.

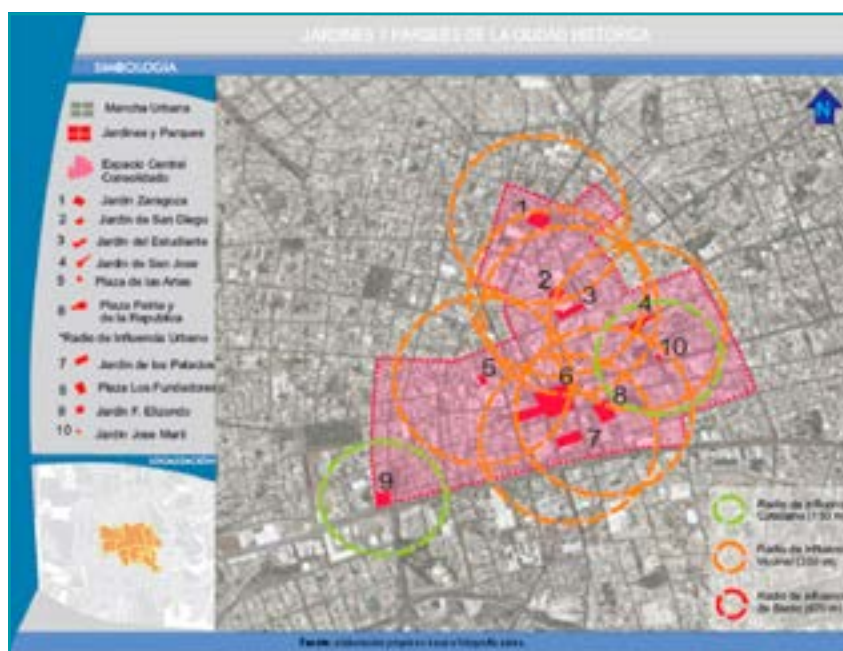


Figura 1. Espacio público en la ciudad histórica.

El primer modelo urbano de análisis del espacio público se da en la ciudad histórica, se caracteriza por ser un espacio multifuncional y heterogéneo; en él se presentaba un espacio complejo donde todos los usos del suelo y los diversos estratos socioeconómicos se entremezclan; no se observaba un espacio zonificado, característico de nuestra sociedad actual. En este espacio complejo y continuo que se integraba a su territorio convivían una gran diversidad de usos del suelo y funciones. La población practicaba variados oficios como herrería, carpintería, sastrería, entre otros; todos ellos en una ciudad que mantenía su traza original. A lo largo del tiempo en la ciudad histórica se han construido varias plazas y jardines, sin duda este es el sitio de la ciudad con mayor cobertura de tipo vecinal, lo que hace de este espacio urbano un sitio rico en lugares de convivencia y de proximidad para la población. En la ciudad histórica se ubican un total de 10 espacios públicos: 7 jardines y 3 plazas.

**Tabla 1.** Espacio público de la ciudad histórica

Plazas y jardines de la ciudad histórica					
	Superficie	Plazas	Superficie	% de superficie de plazas o jardines con respecto a la sup. de la ciudad histórica	m <sup>2</sup> de espacio público por habitante
Ciudad histórica	815,690.00	Plaza de la Patria y de la República.	10,861.76	1.33	
		Plaza Fundadores.	1,410.89	0.17	
		Plaza de las Artes.	3,600.00	1.44	
Totales		3 plazas	<b>15,872.65</b>		
	Superficie	Jardines	Superficie	% de superficie de plazas o jardines con respecto a la sup. de la ciudad histórica.	m <sup>2</sup> de espacio público por habitante
Ciudad histórica	815,690.00	Jardín del Estudiante.	2,019.04	0.25	
		Jardín de San José.	741.72	0.09	
		Jardín de San Diego.	1,713.53	0.21	
		Jardín de los Palacios.	2,788.53	0.34	
		Jardín J. F. Elizondo.	291.47	0.04	
		Jardín José Martí.	467.18	0.06	
		Jardín de Zaragoza.	2,878.59	0.35	
Totales		7 jardines	<b>10,900.06</b>		
<b>Total</b>		<b>10 espacios públicos</b>	<b>26,772.71</b>	<b>3.28</b>	<b>8</b>

Elaboración propia. La superficie del espacio público es recabado del Sistema digital de parques, jardines y camellones, Dirección de parques y jardines del municipio de Aguascalientes.

En el caso de la ciudad histórica en relación con su superficie: 815,690m<sup>2</sup>, con respecto a la de su espacio público ocupado por 26,772.71m<sup>2</sup>, arroja que 3.28% de su superficie es ocupada por jardines y plazas. La ciudad histórica tiene una población de 3,308.00 hab, si se relaciona con las superficies de plazas y jardines en esta zona arroja un índice de 8m<sup>2</sup>/hab.

El estudio de las características espaciales se hizo a través de un análisis de cada jardín en sus conceptos de diseño urbano y su relación con el contexto. Podemos detectar en un análisis comparativo, entre cada uno de los

espacios públicos que tenemos en el espacio histórico consolidado, que son de recreación pasiva en la modalidad de jardín o plaza y solamente uno de ellos es de acceso controlado, de reciente construcción. Los usuarios de estos espacios de convivencia son de todos los rumbos de la ciudad que visitan el centro histórico, el cual se ha terciarizado y ofrece una gran diversidad de comercio y servicios, sobresalen los gubernamentales. Existe una relación funcional y de alta compatibilidad entre los templos de San José, Tercera Orden, San Diego y Catedral con su jardín o plaza.



Figura 2. Ejemplo del análisis del espacio público en la Plaza de la Patria.



Figura 3. Fotografías del espacio público en la Plaza de la Patria.

Se muestran como ejemplo en síntesis los resultados obtenidos en el espacio central consolidado de la ciudad histórica. En su análisis se obtuvo igualmente el estudio del espacio urbano de convivencia, en cada uno de los diferentes modelos de crecimiento que ha tenido la ciudad.

## CONCLUSIONES

A lo largo del tiempo en los diferentes modelos de crecimiento de la ciudad se han construido diferentes conceptos en las áreas habitacionales, desde la ciudad compacta de la ciudad histórica hasta las colonias, unidades habitacionales, fraccionamientos, asentamientos irregulares y condominios, en ellos se han ubicado 157 espacios públicos en una superficie de 934,021.9 m<sup>2</sup>. De entre ellos los que más se han construido han sido los parques con un total de 91, los jardines que predominaban en la ciudad histórica y en sus barrios se están dejando de construir en las posteriores épocas de crecimiento de la ciudad y a la fecha suman 37.

El mayor número de espacios públicos construidos se encuentra en los fraccionamientos populares desarrollados por la administración pública con 37, en los de tipo medio y de primera suman también 38, siguen con 25 los fraccionamientos populares desarrollados por inmobiliarios, con 19 los conjuntos habitacionales desarrollados por la administración pública y el de menor cantidad es el de las viviendas sobre las antiguas huertas con únicamente 2. Con referencia a la superficie que ocupan los espacios públicos se tiene mayor cantidad en los fraccionamientos de tipo popular por la administración pública, con 254,437.27 m<sup>2</sup>, después los fraccionamientos de tipo medio y de primera con 242,333.83 m<sup>2</sup> y se encuentra la menor superficie en las viviendas de las antiguas huertas con solo 4,703.58 m<sup>2</sup>.

En cuanto al índice general de m<sup>2</sup> del espacio público por habitante, a nivel barrio o vecinal de la ciudad de Aguascalientes, dio como resultado un índice de 1.28 m<sup>2</sup>/hab. En relación con los diversos entornos habitacionales, en la ciudad histórica se tiene el mayor índice con 8 m<sup>2</sup>/hab., seguido de los barrios antiguos con 3.88 m<sup>2</sup>/hab., y los fraccionamientos de primera o medios con 3.02 m<sup>2</sup>/hab. Los más bajos índices se encuentran en asentamientos con origen irregular con 0.58 m<sup>2</sup>/hab. Después fraccionamientos de tipo popular por inmobiliarios con 0.47 m<sup>2</sup>/hab., y por último las viviendas sobre las antiguas huertas con únicamente 0.43 m<sup>2</sup>/hab. En los condominios no se están construyendo espacios públicos, lo que promueve un entorno urbano carente de este importante equipamiento. Se ha privatizado, al encontrarse al interior de sus bardas en diversas modalidades, como la casa club, el campo de golf o pequeñas áreas de jardines o juegos infantiles. Si comparamos estos índices con lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que indica un mínimo de 9 m<sup>2</sup>/hab de áreas verdes, nos encontramos abajo de este índice, aun tomando en cuenta los espacios públicos a nivel urbano.

En referencia al porcentaje de superficie del espacio público, con respecto a la superficie total habitacional arroja un total de 1.26% del espacio público ocupado. En los entornos habitacionales, el mayor porcentaje se presenta en las unidades habitacionales, construidas por la administración pública en 4.35%, seguidas por la ciudad histórica con 3.28% y los barrios con 2.29%. El menor porcentaje corresponde a asentamientos con origen irregular con 0.88%, seguido de los fraccionamientos de tipo popular por inmobiliarios con 0.51% y viviendas sobre las antiguas huertas con 0.33%. El resultado del análisis del espacio público, en las diversas etapas de crecimiento de la ciudad, arroja que a partir de 1971 se han construido, la mayoría de ellos, en un total de 117 de 157 que se han edificado en la ciudad.

**Tabla 2.** Síntesis sobre las características del espacio público en los diferentes ámbitos residenciales construidos en la ciudad

Ámbito Residencial	Jardines	Parques	Plazas	Canchas deportivas	Unidad deportiva	Plazuela	Total de esp. público	Superficie del espacio público (m <sup>2</sup> )	Población total	Superficie total (m <sup>2</sup> ) desarrollos habitacionales	Porcentaje de sup. del esp. público, respecto a la sup. total habitacional	Metros cuadrados del esp. público por habitante
<b>Ciudad histórica</b>	7	0	3	0	0	0	10	26,772.71	3,308.00	815,690.00	3.28	7.69
<b>Barrios</b>	11	1	0	1	0	0	13	75,102.13	19,358.00	3,283,700.00	2.29	3.88
<b>Viviendas sobre las antiguas huertas</b>	0	2	0	0	0	0	2	4,703.58	10,941.00	1,433,339.12	0.33	0.43
<b>Colonias</b>	3	5	0	0	0	0	8	57,129.07	61,936.00	5,309,668.00	1.08	0.99
<b>Frac. tipo medio y primera</b>	7	25	2	3	1	0	38	242,333.83	80,287.00	16,194,007.00	1.50	3.02
<b>Frac. tipo popular por inmobiliarios</b>	2	21	0	3	0	0	25	79,568.84	170,425.00	15,756,132.00	0.51	0.47
<b>Unidades habitacionales por la administración pública</b>	2	9	4	4	0	0	19	142,863.34	60,105.00	3,281,404.00	4.35	2.38
<b>Frac. tipo popular por administración pública</b>	4	25	1	3	2	3	37	254,437.27	219,228.00	15,819,654.00	1.61	1.16
<b>Asentamientos con origen irregular</b>	1	3	0	0	0	0	4	53,372.15	92,540.00	6,091,297.00	0.88	0.58
<b>Condominios populares</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	10,107.00	1,715,818.00	0.00	0.00
<b>Condominios de tipo medio o de primera</b>	0	0	0	0	0	0	0	0.00	9,196.00	4,204,464.30	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>91</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>157</b>	<b>936,282.92</b>	<b>737,431.00</b>	<b>73,905,173.42</b>	<b>1.26</b>	<b>1.28</b>

Entre la segunda mitad del siglo XIX y 1970 se dio el surgimiento de las colonias y los primeros fraccionamientos, solamente se construyeron los siguientes espacios públicos: 15 en el espacio urbano central de la ciudad, se detectaron 13 en los barrios antiguos, 10 en la ciudad histórica y solamente 2 en la zona de viviendas de las antiguas huertas. Con referencia a los m<sup>2</sup> por habitante, superó por mucho la ciudad histórica con un índice 8 m<sup>2</sup>/hab, seguido de los barrios con 3.88 m<sup>2</sup>/hab. Entre los años 1971-2013, época de la segunda industrialización de la ciudad, se presentó un índice de 1.19 m<sup>2</sup>/hab, en el primer crecimiento periférico de la ciudad se presenta un índice más bajo, 1.02 m<sup>2</sup>/hab y, finalmente, solo 0.43 m<sup>2</sup>/hab, en la zona de vivienda de las antiguas huertas.

Con referencia al porcentaje que ocupa el espacio público, con respecto a la superficie del entorno habitacional, el mayor porcentaje se presenta en la ciudad histórica con 3.28%, seguido de los barrios con 2.29%, en donde obtuvieron el menor porcentaje las viviendas sobre las antiguas huertas con 0.33%.

Los resultados obtenidos a nivel de la ciudad indican que se han construido 157 espacios públicos a nivel de barrio o vecinal en una superficie de 934,021.9 m<sup>2</sup>, el porcentaje que se obtiene es de 1.26% con respecto a la superficie que ocupa el espacio público y la superficie que ocupan los entornos habitacionales. En cuanto a los m<sup>2</sup> por habitante arroja 1.26.



**Tabla 3.** El espacio público en las diversas etapas de crecimiento de la ciudad

Etapas de crecimiento de la ciudad	Sup. del espacio público	Espacios públicos	% de la superficie del espacio público con respecto a la sup. del desarrollo habitacional	Metros cuadrados de espacio público por habitante
Ciudad histórica	26,772.71	10	3.28	7.69
Barrios de la ciudad histórica	75,102.13	13	2.29	3.88
Viviendas sobre los antiguas huertas	4,703.58	2	0.33	0.43
Colonias, fraccionamientos y unidades habitacionales, en el primer crecimiento periférico de la ciudad (1890-1970)	79,138.73	15	1.09	1.02
La industrialización de la ciudad y la construcción de una diversidad de desarrollos habitacionales(1971-2013)	748,304.75	117	1.22	1.19
<b>Total</b>	<b>934,021.9</b>	<b>157</b>	<b>1.26</b>	<b>1.26</b>

**Tabla 4.** Síntesis general de las características del espacio público en la ciudad de Aguascalientes

Ciudad de Ags.	Superficie del espacio público	Espacios públicos	% de la superficie del espacio público con respecto a la superficie de los desarrollos habitacionales	m <sup>2</sup> de espacio público por habitante.
	<b>934,021.9</b>	<b>157</b>	<b>1.26</b>	<b>1.26</b>

## REFERENCIAS

- BAZANT, J. (1988). *Manual de escritos de diseño urbano*. 4 ed. México: Trillas.
- DIETER, P. (1983). *Planificación y configuración urbana*. México: Gustavo Gili.
- FRANCO, R. (2010). *Modelos urbanos y proceso de transformación territorial en la ciudad de Aguascalientes: de la ocupación periférica a la liquidación del centro tradicional*. Tesis de doctorado aprobado. Valladolid, España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- GARCÍA RAMOS, D. (1961). *Iniciación al Urbanismo* (pp. 79-80). México, D.F.: UNAM.
- GEHL, J. (2006). *La humanización del espacio urbano. La vida social entre los edificios*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S. A.
- GÓMEZ SERRANO, J., SERNA VALDIVIA, C. y SIFUENTES, M. A. (1998). *El desarrollo Histórico de la Vivienda en Aguascalientes*. Aguascalientes, México: Instituto de Vivienda de Aguascalientes.
- IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación de Aguascalientes) *Información censal por colonia 2010 del Instituto Municipal de Planeación de Aguascalientes*. México: Autor.

LYNCH, K. (1988). *La imagen de la ciudad*. 3 ed. Barcelona, España: Gustavo Gili.

MUNIZAGA VIGIL, G. (2000). *Diseño Urbano. Teoría y Método*. 2 ed. México: Alfaomega Grupo Editor.

PRESIDENCIA MUNICIPAL DE AGUASCALIENTES (1994). *Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Aguascalientes 1994-2010*. Aguascalientes, México: Autor.

SCHJETNAN, M., CALVILLO, J. y PENICHE, M. (1984). *Principios de Diseño Urbano/Ambiental*. D. F., México: LIMUSA.

VANDYKE, S. (1984). *De la línea al diseño: Comunicación. Diseño. Grafismo*. México: Gustavo Gili.

### **Dictiotopografía**

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) *Censo de población y vivienda 2010. Población de hogares y vivienda*. Recuperado de [http:// www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)

## LAS PERSONAS MAYORES COMO USUARIOS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES: PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

Óscar Luis Narváez Montoya<sup>1</sup>

**Palabras clave:** personas mayores, espacios públicos, urbanismo gerontológico, estudios gerontológicos, gerontología ambiental.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo general del proyecto fue analizar la manera en que las personas mayores hacen uso de los espacios públicos, con el fin de proponer recomendaciones para el diseño de estos elementos del equipamiento urbano. El tema de la investigación se desprende de la tesis que elaboró el autor para obtener el grado de doctor en Urbanismo y que centró su atención en el análisis de los efectos del envejecimiento demográfico en los requerimientos de equipamiento urbano (Narváez Montoya, 2010, 2011, 2012a, 2012b). Esta tesis permitió abordar un campo de estudio poco trabajado: el Urbanismo Gerontológico. Con la investigación se pretendió continuar con el impulso de los estudios sobre la vejez desde la perspectiva del Urbanismo.

La importancia de los espacios públicos en nuestras ciudades, por un lado, y el fenómeno del envejecimiento demográfico como sello distintivo de las sociedades del presente siglo, por otro, definen la importancia y la justificación del estudio propuesto. El incremento importante del segmento de las personas mayores demandará la adecuación de los espacios públicos existentes y un nuevo diseño de los elementos a construir. Es en este contexto donde las funciones sociales de estos espacios y el conocimiento de la forma en que los diferentes usuarios hacen uso de los mismos cobran importancia.

En cuanto a la importancia de los espacios públicos, podemos destacar lo señalado por Borja (2003: 29): “la responsabilidad principal del urbanismo es producir espacio público, espacio funcional polivalente que relacione todo con todo, que ordene las relaciones entre los elementos construidos y las múltiples formas de movilidad y de permanencia de las personas”.

En lo que respecta al envejecimiento de la población, este fenómeno es la característica distintiva de las sociedades en evolución o desarrollo:

el envejecimiento de la población es resultado de la disminución de la natalidad y el progresivo aumento de la esperanza de vida de las personas lo cual impacta directamente

<sup>1</sup> Departamento de Teoría y Métodos, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: onarvaez@correo.uaa.mx

en la composición por edades de la población, al reducir relativamente el número de personas en las edades más jóvenes y engrosar los sectores con edades más avanzadas (Zúñiga, Vega & Mendoza, 2004: 10).

Con respecto a Aguascalientes, de acuerdo a las proyecciones del Consejo Nacional de Población (2002), pasará de 86,055 personas mayores en 2010 a 222,865 en 2030; es decir, 136,810 nuevos adultos mayores.

En la ciudad de Aguascalientes, en un futuro inmediato, las personas mayores adquirirán un protagonismo relevante en su utilización debido, por un lado, a que su número se triplicará y, por otro, a su disponibilidad de tiempo libre; por lo cual estos espacios fungirán como su principal entorno de esparcimiento. Las personas mayores conforman un grupo muy heterogéneo de usuarios, debido al amplio rango de edades que comprende y a los distintos niveles socioeconómicos y las diferencias culturales, entre otras. No obstante, constituyen un grupo que comparte ciertas características comunes derivadas del proceso de envejecimiento físico, como son la pérdida de agilidad, movilidad y la disminución de la agudeza de los sentidos en general. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), el entorno juega un papel muy importante para facilitar o restringir la participación de las personas con discapacidad. Y uno de los principales obstáculos es el referente a la falta de accesibilidad.

Con base en lo anterior, se llevó a cabo un estudio acerca de la manera en que las personas mayores utilizan los espacios públicos con el fin de contar con los elementos necesarios para llevar a cabo un diseño exitoso de este equipamiento urbano. Asimismo, se incorporó la experiencia y participación de las personas mayores con el fin de plantear medidas para mejorar el entorno de los espacios públicos. Lo anterior, con el fin de fomentar un sentido de apropiación del espacio que no se puede lograr cuando los proyectos son resultado de los procesos de decisión pública (Puyuelo, Gual & Galbis, 2005). Pequeñas intervenciones o modificaciones pueden mejorar cualitativamente los elementos de recreación existentes cubriendo mejor las necesidades y obteniendo resultados mucho más adaptados.

## METODOLOGÍA

La hipótesis inicial de trabajo se formuló de la siguiente manera: La observación directa del uso que se realiza del espacio público y su adecuación a los fines para los que se emplea, constituye una fuente de información irremplazable para la mejora del diseño y la organización del entorno.

La metodología utilizada fue la del diseño orientado al usuario (Vinyetsi Rejón, 2003). De manera específica, las técnicas o métodos de investigación por etapa son los siguientes:

Etapa 1. Conceptualización de las variables del tema a investigar

Método: Sistematización bibliográfica

Etapa 2. Selección de los espacios públicos a considerar en el estudio

Método: Inventarios culturales y materiales. Observación directa controlada

Etapa 3. Análisis de la manera en que las personas mayores utilizan los EP

Métodos: Observación directa controlada. Encuesta. Talleres.

Etapa 4. Elaboración de recomendaciones

Métodos: Sistematización de propuestas de diseño de los espacios públicos con base en los resultados del estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se elaboró el marco teórico del estudio, el cual se estructuró en tres grandes apartados; en el primero se desarrollan los aspectos relacionados con los espacios públicos: las definiciones, la multidimensionalidad de su análisis, la problematización, sus funciones y consideración en tanto espacios recreativos y espacios abiertos; en el segundo se revisan temas relacionados con los espacios públicos, la recreación y la vejez. Los aspectos que se incluyen son: los entornos urbanos y las personas mayores, la recreación y las personas mayores y las personas mayores como usuarios de los espacios públicos; en el tercer y último apartado se abordan los aspectos relacionados con la descripción de metodologías utilizadas en estudios similares al contemplado en el proyecto de investigación.

Uno de los objetivos planteados en el proyecto fue la caracterización de los principales espacios públicos de la ciudad de Aguascalientes. Con el fin de dar cumplimiento al objetivo, en primer lugar, se llevó a cabo la identificación de los espacios públicos de la ciudad de Aguascalientes a partir de la documentación existente. Con base en dicho catálogo se seleccionó un total de 30 espacios públicos buscando cubrir las diferentes tipologías de estos espacios e incluyendo aquellos que a priori se conocía su importancia por la afluencia de personas mayores. Se diseñó una cédula de observación directa controlada donde se definieron los aspectos a observar y se dividieron en tres grandes grupos: los relativos a los aspectos físico espaciales: ubicación, superficie, usos del contexto, vialidades de acceso; los referentes a las actividades realizadas en el espacio, el mobiliario y su estado físico; los relativos a los usuarios: su afluencia, las franjas horarias y el perfil por grupo de edad, entre otros. Con base en los resultados de las cédulas de observación se realizaron unas cédulas donde se representaron gráficamente los aspectos observados, homogeneizando la representación para hacerlas comparables.

Asimismo, se realizó una encuesta a las personas mayores con el fin de analizar la manera en que hacen uso de los espacios públicos. Con base en criterios de mayor o menor afluencia de personas mayores y en una muestra que considerara los diferentes tipos de espacios públicos (plaza, parque urbano, parque de barrio y jardín vecinal), se seleccionaron para el análisis siete espacios públicos de la ciudad de Aguascalientes. El cuestionario final se conformó por cuatro módulos con base en las siguientes variables e indicadores: 1. Datos generales (Edad; Sexo; Fraccionamiento; Ocupación), 2. Uso del Espacio Público (Accesibilidad; Frecuencia; Compañía; Actividades; Espacios; Mobiliario); 3. Calidad del espacio (Opinión sobre instalaciones; Opinión sobre elementos del mobiliario); y, 4. Valoración subjetiva del EP (Percepción subjetiva sobre la calidad del espacio público).

La muestra fue no estadística, conformada por 89 entrevistas cuyo ámbito fue la ciudad de Aguascalientes y el universo la población de 60 años o más de la misma ciudad. En noviembre de 2012, se aplicaron 89 encuestas en siete espacios públicos de la urbe. El instrumento fue dirigido a los adultos mayores que se detectaban en cada uno de los siete espacios públicos analizados; el horario de aplicación fue en tres turnos: en la mañana (9:00-14:00 horas), tarde (15:00-18:00 horas) y noche (19:00-21:00 horas).

Igualmente, se presentan los resultados acerca del desarrollo de tres talleres: un taller experimental, un taller diseño urbano participativo y un taller de visualización. El primero tuvo como objetivo el saber cómo tratar de manera adecuada a los adultos mayores que ayudarían a implementar el taller técnico y se decidió, literalmente, “ponerse en sus zapatos”; por medio de un traje adaptado que limitaba nuestra capacidad motriz realizamos un recorrido similar a lo que nos enfrentaríamos en el espacio real. El objetivo del segundo taller fue analizar la perspectiva y necesidades de los adultos mayores en los espacios públicos, así como evaluar el diseño de los elementos que los componen en relación con las limitantes físicas de las personas mayores (ver figura 1). La interacción directa entre el usuario a estudiar, en este caso los adultos mayores y los espacios públicos, son la pieza clave para conocer de manera contundente si el diseño del lugar permite el acceso y movilidad dentro del mismo de una manera eficiente y segura.

Cabe destacar que el equipo de investigación debe interactuar con el grupo de adultos mayores, con el objetivo de identificar elementos del diseño que conduzcan a saber cuáles son las dificultades o facilidades del uso y acceso entre cada elemento a interactuar. Los adultos mayores son un indicador de accesibilidad universal, debido a que si una persona que presenta deterioro de movilidad acude y usa los espacios públicos, todas las personas sin exclusión alguna los usarán. El tercer taller fue realizado el día viernes 6 de diciembre del 2013 en las instalaciones del club de adultos mayores El Obraje con la finalidad de presentarles propuestas de diseño en cuanto a mobiliario, andadores, áreas verdes y percepción visual; asimismo, mediante un instrumento se lograron recaudar sus preferencias en cuanto a estos aspectos, también las respectivas a cada tópico antes mencionado en cuanto a lo visual y a lo funcional. Por medio de un proyector se presentaron las imágenes de las propuestas mientras se daba una explicación de cada una, posteriormente, los 10 adultos mayores que participaron, hombres y mujeres, plasmaban sus preferencias en el instrumento y daban opiniones, las cuales fueron videograbadas para poder generar conclusiones más puntuales y detalladas.



**Figura 1.** Taller de Diseño Urbano Participativo, Jardín de Guadalupe.  
Fuente: Archivo del CAEUOT.

Finalmente, se elaboraron recomendaciones de diseño. De acuerdo a los talleres de experimentación y visualización se recaudaron estrategias de diseño de los elementos que las personas de la tercera edad consideran esenciales para que su participación y comodidad en los espacios públicos abiertos sea la adecuada, por tal motivo se presentan recomendaciones muy puntuales para lograr la adaptación, de los espacios ya existentes, y la consideración de los nuevos espacios para que sean incluyentes. Las personas de la tercera edad se consideran un parámetro de accesibilidad universal, por tal motivo, si se aplican correctamente pueden lograr no solo el confort de este segmento de la población, sino de todos. Estas recomendaciones parten de los talleres de experimentación y visualización donde se contó con la invaluable presencia de adultos mayores que compartieron experiencias y sensaciones de acerca de cómo conviven y en ocasiones se enfrentan a los espacios públicos por no estar adecuadamente pensados para todo tipo de público. Las recomendaciones se agruparon en torno a cuatro grandes aspectos: rampas y escaleras para adultos mayores en espacios públicos; mobiliario para adultos mayores en espacios públicos; andadores y jardineras para adultos mayores en espacios públicos; y paisaje urbano de los espacios públicos.

## CONCLUSIONES

El estudio se enfoca a las personas mayores en tanto usuarios de los espacios públicos. Con base en los resultados de los métodos y técnicas utilizados en el proyecto, fue posible proponer criterios de diseño para adecuar el entorno

de estos elementos urbanos. El estudio permitió obtener información para mejorar el entorno colectivo a través de la participación de los propios usuarios, en este caso las personas mayores. El conocer la manera en que las personas mayores utilizan los espacios públicos permite evitar la forma subjetiva e intuitiva con que se diseñan actualmente los espacios públicos (Martín Fernández y Hassan Montero, 2003). El trabajo contribuye a la atención de las necesidades del segmento de la población de las personas mayores relacionadas con el uso y diseño de su principal espacio de esparcimiento: los espacios públicos. A partir de la experiencia y el uso que realizan las personas mayores, se elaboraron criterios de diseño aplicables a los espacios públicos para favorecer la mejora de su diseño.

## REFERENCIAS

- BORJA, J. (2003). *La ciudad conquistada*. Madrid, España: Alianza Ensayo.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2002). *Proyecciones de la población de México 2000-2050*. México: CONAPO.
- MARTÍN FERNÁNDEZ, F. J. y HASSAN MONTERO, Y. (2003). Conociendo a nuestros usuarios. *No Solo Usabilidad*, 2, 17-29.
- NARVÁEZ MONTOYA, O. L. (2010). *Envejecimiento de la población y sus efectos en la estructura, funcionamiento y desarrollo del equipamiento urbano*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Urbanismo. México: UNAM.
- NARVÁEZ MONTOYA, O. L. (2011). *Urbanismo gerontológico. Envejecimiento demográfico y equipamiento urbano. El caso de la ciudad de Aguascalientes*. México: UAA.
- NARVÁEZ MONTOYA, O. L. (2012a). El envejecimiento de la población y sus efectos en los requerimientos de equipamiento urbano de educación básica en Aguascalientes, México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 271(79): 119-152.
- NARVÁEZ MONTOYA, O. L. (2012b). Envejecimiento demográfico y requerimientos de equipamiento urbano: hacia un urbanismo gerontológico. *Papeles de Población*, 18(74): 203-235.
- PUYUELO, M., GUAL, J. y GALBIS, M. (2005). *Espacios Abiertos Urbanos y Personas Mayores*. España: Universitat Jaume.
- VINYETS I REJÓN, J. (2003). Las sinergias entre el diseño y la empresa (*The synergies between design and the company*). *Barcelona Metròpolis Mediterrànea*, 2003.
- ZÚÑIGA HERRERA, E., VEGA, D. y MENDOZA, M. E. (2004). *Envejecimiento de la población de México: Reto del siglo XXI*. México: Consejo Nacional de Población.

### Dictiotopografía

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Recuperado de [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/summary\\_es.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf)





**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**



## VALORES Y CÓDIGO DE ÉTICA COMO ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS EN EMPRESAS DE AGUASCALIENTES

Laura Romo Rojas<sup>1</sup>, Felipe de Jesús Salvador Leal Medina, Rosa Mayela Mendoza Esparza

**Palabras clave:** valores, códigos de ética, estrategias administrativas.

### INTRODUCCIÓN

Paladino, Debeljuh y Del Bosco (2005) mencionan que el mundo de los negocios y la opinión pública internacional han sido en estas últimas décadas conmocionadas por la caída de empresas que gozaban de credibilidad y confiabilidad, como Enron, WorldCom, Tyco, en Estados Unidos, Parmalat en Italia, por mencionar algunas, las cuales se valoraban de acuerdo con el desempeño social de las organizaciones: preocupadas por el medio ambiente, capacidad de innovación, tasa de crecimiento, política favorable al desarrollo de las personas y de las comunidades. En el análisis que hacen concluyen que la tarea directiva que se preocupe por la *integridad* personal e institucional puede ser el elemento clave para reconstruir un ámbito de confianza tanto hacia el interior como hacia el exterior de la empresa, y que puede ser el factor que nuevamente permita de nuevo la cooperación para bien de las personas y de la comunidad.

Schwartz y Carroll (2003) señalan que la ética es la búsqueda por parte de las empresas de lo que es correcto y aquello que da legitimidad ante la sociedad, considerando que no siempre se tiene una ley con la que se tenga que obligar a cumplir con aquello que humanamente se puede considerar éticamente correcto, sin embargo no tiene que ser menos exigible que lo que es legalmente obligatorio. Así también puede ser definida como una estrategia de negocios en los que se adoptan compromisos y responsabilidades con: clientes, empleados, accionistas, acreedores, pero al mismo tiempo se obtiene beneficios económicos de esta relación (Melé, 2003).

Pérez López (1998) decía que “todo acto humano tiene, para el propio agente y para las personas afectadas, tres valores: económico, psicológico y ético” y que cuando se toman decisiones no solamente se hacen en el plano económico, sino que además se afecta el valor psicológico y ético de esa toma de decisiones, considerando además que la empresa también tiene valores, los cuales interfieren tanto los valores personales con los de la empresa, García Echevarría (2007) en su investigación “Personas y Valores para la Mejora de las Organizaciones”, menciona “como base fundamental del valor de las personas y de las instituciones descansa básicamente en los valores que rigen los comportamientos de las personas”, los cuales afectan en la organización a través de

<sup>1</sup> Departamento de Administración, Centro de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: lrr485@yahoo.com.mx

la dimensión social de las personas y así configurar un intangible que se comparte y que coincide con Pérez López (1998), citado en líneas anteriores.

### **Estrategias administrativas**

The American Heritage (1992) define estrategia como “la ciencia y el arte de comandancia militar aplicados a la planeación y conducción general de operaciones de combate en gran escala”; sin embargo, este concepto se incluye en un tema administrativo como es el de la planeación, por lo que se considera a tres autores clásicos sobre estrategias: Chandler (1962), quien definió la estrategia como “la determinación de las metas y objetivos básicos a largo plazo en una empresa, junto con la adopción de cursos de acción y distribución de recursos necesarios para lograr estos propósitos”, para Quinn (1980) la estrategia es “el modelo o plan que integran las principales metas, políticas y cadenas de acciones de una organización dentro de una totalidad coherente”, Stoner y Freeman (1994: 243) define la implantación de las estrategias como planes permanentes: políticas, procedimientos y métodos estándar y reglas, para todas aquellas actividades que se repitan día a día, los cuales a su vez están enmarcados en normas, reglamentos y Código de Ética. Estos autores, por tanto, consideran a las estrategia como un plan racional; sin embargo, para Mintzberg (1978) las mismas no necesariamente deben estar definidas en un plan sino que pueden provenir del interior de la organización sin ningún plan y son a menudo la respuesta emergente a circunstancias no previstas, puntos de vista que se tienen en cuanto a tener o no tener definido el curso de acción de la empresa a largo plazo, considerando que sí es necesario que las organizaciones lo tengan definido y sea del conocimiento de todo el personal de la organización a fin de que cumpla su objetivo u objetivos.

Con respecto a los casos de corrupción y fraudes cometidos por empresas en líneas anteriores mencionados, a pesar de la planeación sistemática, las compañías pueden adoptar estrategias erróneas si sus procesos de toma de decisiones son vulnerables al pensamiento de grupo y si se permite que las predisposiciones individuales del conocimiento penetren en el proceso de toma de decisiones. Las características clave de los buenos líderes incluyen visión, elocuencia y consistencia, compromiso, mantenerse bien informados, la disponibilidad de delegar y dar poder y pericia política así como tener una integridad ética en los negocios, considerando que todas las empresas deberán tener un código de ética para normar las conductas y comportamiento del personal de la empresa.

### **Valores organizacionales**

Los valores de acuerdo a Jones y George (2006) “remiten a lo que los administradores tratan de lograr a través del trabajo y cómo piensan que deben comportarse”; por tanto, los valores son un elemento de suma importancia dentro de la cultura organizacional; puesto que promulga la forma de actuar de los integrantes de la empresa orientando sus acciones hacia el objetivo de la misma.

Guillén (2006: 239), considera que las manifestaciones de la cultura organizacional observables y que son más fáciles de modificar son: entorno físico y símbolos, ceremonias o ritos, lenguaje y lemas, anécdotas, historias y normas; y las manifestaciones de la cultura de una organización que no se ven y que son más difíciles de modificar son valores: calidad, innovación, creatividad, responsabilidad, trabajo en equipo; además de creencias como: concepto de persona, concepto del trabajo, visión de la organización, responsabilidades, cosmovisión Jones y George (2006: 243, 244, 245, 246) considera otros medios de acción indirecta: la consistencia ética en la toma de decisiones y menciona que junto a los medios directos y la cultura organizativa hay otros medios indirectos como son: el modo de ejercer la dirección, el diseño de los sistemas técnicos, el diseño organizativo, la selección de personas, la motivación y el desarrollo de las personas.

### **Códigos de ética**

En una organización se requiere fomentar una serie de acciones que sirvan para fomentar la ética, debido a que

los comportamientos éticos deben ser aceptados sin imposiciones. Según Camisón y Dalmau (2009: 380), lo más común que se tiene en una organización es el Código de ética, el cual es llamado de múltiples maneras, y lo definen así: “Un código ético deberá estar basado en la esencia de la organización, es decir en su visión, misión, valores y objetivos (lo que se denomina el ADN organizativo)”, ya que depende del alcance que tenga y en dónde se aplique, se tienen códigos de buen gobierno, códigos de conducta, códigos de comportamiento. Las ventajas de tener por escrito un código ético: primero, tener definidas las conductas que la organización considera éticas y segundo, ayudar a aclarar la postura de los profesionales y empleados cuando surgen situaciones de incertidumbre ética. Como desventaja se tiene que el mismo no sustituye al juicio que en forma cuidadosa y responsable se tiene que hacer de cada situación.

Garrigues y Trullenque (2008: 24) dicen “La ética supone, por tanto, el ajuste personal y organizativo no solamente a los preceptos de un derecho positivo o de los usos y prácticas empresariales, sino también, más allá, a los de unos principios morales o del derecho natural.....”. En cuanto a la importancia de que el personal identifique y viva tanto los valores organizacionales y los elementos que se consideren en el Código de ética de la empresa, la pregunta formulada es: ¿Cuáles estrategias sigue la empresa para dar a conocer los valores y los códigos de ética? y el objetivo es identificar las estrategias administrativas que siguen empresas de Aguascalientes, para dar a conocer los valores y el Código de ética para evitar la corrupción en el personal de la empresa.

## METODOLOGÍA

### Diseño de la investigación

Es una investigación mixta: cuantitativa descriptiva, como afirma Salkind, citado por Bernal (2006): “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio”, en este caso se diseñó una encuesta para obtener la información de fuentes primarias. Se siguió el método deductivo, Bernal (2006), señala: “es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares”.

La hipótesis consiste en que 60% de las empresas tienen definidos sus valores y códigos de ética como estrategias para la guía de comportamiento del personal de la empresa y evitar la corrupción. Las unidades de observación fueron empresas de tamaño micro, medio y grandes que estuvieran en un lugar establecido del Municipio de Aguascalientes. El muestreo se realizó mediante 50 encuestas, el diseño del instrumento fue dicotómico, la selección fue por conveniencia, aplicado en los meses de abril y mayo de 2014. Se hizo un análisis estadístico descriptivo por pregunta, destacan los hallazgos más importantes en términos porcentuales de cada una de las preguntas que conforman el instrumento; para la fiabilidad del instrumento se aplicó el método de consistencia interna con el estadístico Alfa de Cronbach.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dimensión Perfil de la empresa

El giro de la empresa 50% es en servicios, 38% comercial y 10% industrial y 2% comercial y de servicios. En cuanto al número de empleados que tiene la empresa 30% de 11 a 50 empleados se considera pequeña empresa, 28% con más de 250 empleados son empresas grandes y 22% de 55 a 250 empleados mediana empresa, y 18% de 0 a 10 empleados son microempresas. A su vez, 58% de las empresas son personas morales y 34% personas físicas registradas ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la contratación del personal de la empresa 72% la hace directamente, 16% a través de *outsourcing*, 10% utiliza ambos formatos directamente y a través de *outsourcing*. En cuanto al género, 58% son hombres y 42% mujeres, mientras que de la edad, el mayor porcentaje, 24%, tiene entre

20 a 25 años, seguido de 22% de 36 a 40 años, con el mismo porcentaje, 18% están las edades entre 26 a 30 años y 36 a 40 años; se observa que es personal joven que está laborando en las empresas; solamente 8% tiene más de 45 años.

### Dimensión Códigos de ética

- El 80% de las empresas cuentan con normas por escrito y 18% no tienen.
- El 84% de las empresas cuentan con reglamento por escrito y 14% no tienen.
- El 64% de las empresas cuentan con Código de ética y 34% no tienen.
- El 86% de las empresas tienen una estructura (organigrama), en donde se ubican las jerarquías y responsabilidades de los colaboradores y 14% no tienen.
- El 54% de las empresas tienen definidos procedimientos para identificar comportamientos no éticos y 44% no tienen.
- En cuanto a que la empresa tenga un Comité de Gestión de Ética, solamente el 22% contestó que sí cuenta con uno y 76% no lo tiene.
- Del porcentaje mayor de las partes que contiene el Código de ética, 68% se refiere al personal propio de la empresa, 64% relaciones con clientes, 58% entorno social y medio ambiente, 14% referente a los accionistas, 20% a relaciones con administradores competentes y 26% en cuanto a competencias, de acuerdo a la tabla 1.

**Tabla 1.** Elementos del Código de ética

Respuesta	Encuestas	Porcentaje
Alta dirección	24	48%
Relaciones con los clientes	32	64%
Proveedores	26	52%
Personal propio	34	68%
Entorno social y medio ambiente	29	58%
Accionistas	7	14%
Competencias	13	26%
Relaciones con administradores competentes	10	20%

Fuente: Elaboración propia.

### Dimensión Valores

- Referente a que la empresa tiene principios y valores en su misión y/o visión, 98% contestó positivamente.
- A la pregunta en cuanto el significado de los valores están claramente definidos en la empresa 88% contestó positivamente y 8% no están claramente definidos.
- El 90% de las empresas señalaron que los valores están presentes en la definición de metas y objetivos de la empresa, 6% no están presentes.
- El 86% considera que la comunicación de estos valores es clara y directa y para el 10% no.

### Dimensión Estrategias

- Después de haber sido contratado, 74% recibió un curso de inducción y 24% no lo recibió.
- El 84% que contestaron la encuesta consideran necesario tener un curso de inducción para conocer los aspectos éticos que maneja la empresa, 6% consideró que no y 10% no contestó.

- A la pregunta de que si no hubiere un curso de inducción previo, señalar en qué momento se le hizo el conocimiento de normas, reglamento y Código de ética, la tabla 2 muestra que el mayor porcentaje señalado está en un tiempo después de que se incorporó a la empresa, 22% en cuanto a las normas, 20% a reglamento y 20% Código de ética.

**Tabla 2.** Momento promedio en que se dieron a conocer: normas, reglamento y código de ética.

Respuestas: Escala de Likert	Normas	%	Reglamento	%	Código de ética	%
Un tiempo después de que se incorporó a la empresa	11	22%	10	20%	10	20%
Hasta que se presentó un problema con usted	0	0	0	0	1	2%
Hasta que se presentó un problema con el grupo de trabajo	1	2%	1	2%	1	2%
No se lo han dado a conocer	2	4%	3	6%	2	4%
<b>Suma</b>	<b>14</b>	<b>28%</b>	<b>14</b>	<b>28%</b>	<b>14</b>	<b>28%</b>

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Se observa que 98% de las empresas tienen definidos como estrategia valores en su misión y visión, 98% señalan que los valores están presentes en la definición de metas y objetivos, con mismo porcentaje de 86% señalan que la comunicación de los valores es clara y directa y tiene una estructura formal (organigrama); sin embargo, referente en menor porcentaje 64% señalaron el Código de ética que sí lo tienen y 54% que se tiene un procedimiento definido para identificar comportamientos no éticos, 76% no tiene un Comité de ética y 84% señaló que se requiere un curso de inducción que contenga los elementos éticos de la empresa y con respecto al momento en que se le dieron a conocer las normas, reglamento y código de ética, señalaron que es un tiempo después de que la persona de incorpora a la empresa. El coeficiente Alfa de Cronbach fue de 0.83, se considera tiene buena fiabilidad de acuerdo a las recomendaciones que George y Mallery (2003: 231) sugieren para evaluar los coeficientes.

<b>K:</b>	El número de ítems	<b>12</b>
<b>S Si<sup>2</sup>:</b>	Sumatoria de las Varianzas de los ítems	<b>1.535893595</b>
<b>S<sub>T</sub><sup>2</sup>:</b>	La Varianza de la suma de los ítems	<b>6.33</b>
<b>a :</b>	<b>Coeficiente de Alfa de Cronbach</b>	<b>0.83</b>

## CONCLUSIONES

La hipótesis planteada se comprueba toda vez que más de 60% de las empresas tienen definidos sus valores y códigos de ética como estrategias para la guía de comportamiento del personal de la empresa y evitar la corrupción.

El objetivo fue identificar las estrategias administrativas que siguen empresas de Aguascalientes para dar a conocer los valores y el código de ética para evitar la corrupción en el personal de la empresa. Se identificó que 76% utilizan los cursos de inducción para dar a conocer a los empleados lo que es la empresa en cuanto a las normas, reglamentos, valores y misión; pero en cuanto a los aspectos éticos de la empresa 84% señaló que también es

necesario que se les incluya en el curso de inducción debido a que en lo general las empresas tienen una misión, visión y valores.

Debido a los resultados que se observan se puede concluir que pueden considerarse como Estrategias los valores organizacionales, debido a la necesidad de que el personal los tenga identificados y generalizar su uso para favorecer la construcción de la identidad de la empresa, así como los aspectos éticos con los que se deberá guiar el personal, toda vez que no siempre se tiene una ley con la que se tenga que obligar a cumplir con aquello que humanamente se puede considerar éticamente correcto y la tarea directiva requiere que se preocupe por la integridad personal e institucional para reconstruir un ámbito de confianza, tanto al interior como al exterior de la empresa.

La investigación deberá continuar explorando aquellas otras estrategias que se tengan implementadas o se puedan implementar para dar a conocer los valores organizacionales, así como las posturas éticas de las empresas y ampliar la muestra a un mayor número de empresas.

## REFERENCIAS

- BERNAL, T. C. (2006). En F. L. Gaona (Ed.), *Metodología de la Investigación* (2<sup>da</sup> ed.). Estado de México, México: Pearson Prentice Hall.
- CAMISÓN, Z. C. y DALMAU, P. J. I. (2009). *Introducción a los negocios y su gestión*. España: Pearson Prentice Hall.
- CHANDLER, A. D. (1962). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- GARCÍA ECHEVARRÍA, S. (2007). *Personas y valores para la mejora de las organizaciones: El éxito empresarial en base a las personas*. Alcalá de Henares, España: Instituto de Dirección y Organización de Empresas (IDOE).
- GARRIGUES, A.; TRUELLENQUE, F. (2008). Responsabilidad social corporativa: ¿papel mojado o necesidad estratégica? *Harvard Deusto Business Review*, 164, 31 de diciembre de 2007.
- GUILLÉN, P. M. (2006). *Ética en las organizaciones, construyendo confianza*. España: Pearson-Prentice Hall.
- JONES, G. y GEORGE, J. (2006). *Administración contemporánea*. México: McGraw-Hill.
- MELÉ, D. (2003). Organizational Humanizing Cultures: Do They Generate Social Capital? *Journal of Business Ethics*, 45(1): 3-14.
- MINTZBERG, H. (1978). Patterns in Strategy Formulation. *Management Science*, 24(9): 934-948.
- PÉREZ, J. A. (1998). *Liderazgo y ética en la dirección de empresas*. Barcelona, España: Ed. Deusto.
- QUINN, J. B. (1980). *Strategies for Change*. Richard Irwin.
- Rosales, A.; Montilla, P. & Moreno, F. (2009). Comunicación estratégica para promover los valores y cultura corporativa. *Daena: International Journal of Good Conscience* 4(2): 2229-242. ISSN 1870-557X.
- SCHWARTZ, M.S. & CARROLL, A.B. (2003). Corporate Social Responsibility: A Three-Domain Approach." *Business Ethics Quarterly*, 13: 503-530. Corporate Social Responsibility: evolution of a definitional construct
- STONER A.F. FREEMAN R.E. (1994) *Administración- Quinta Edición- PHH Prentice Hall.-México*
- The American Heritage Dictionary of the English Language (1992) 3rd. Boston: Houghton: Mifflin.
- WIESENTHAL S. (1998) Los límites del perdón dilemas éticos y racionales de una decisión. España, Barcelona: Paidós Ibérica.
- Dictiotopografía**
- PALADINO, M., DEBELJUH, P., y DEL BOSCO, P. (2005). Integridad: Respuesta Superadora a los Dilemas Éticos del Hombre de Empresa. *VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Ética, Negocios y Economía* (1-29). Valparaíso.



## CALIDAD DE LOS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS EN UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES, MÉXICO

Rosa Martha González Delgadillo<sup>1</sup>, Carmen Estela Carlos Ornelas,  
Lisandro Alvarado Peña

**Palabras clave:** calidad, calidad en el servicio, instituciones de educación superior (IES).

### INTRODUCCIÓN

La investigación académica, como lo señalan Nájera (2006) y Herrera, Rodríguez y Sánchez (2011) sobre la gestión de las organizaciones muestran que entre más elevado es el nivel de calidad en el servicio que proporcionan las empresas mayores son sus ventajas competitivas, la captación de nuevos clientes, la conservación de los clientes actuales y, consecuentemente, aumentos de ventas y rentabilidad.

En el caso de las organizaciones no lucrativas, como lo señala Mateo (2000) en Bartolomé, Blanco, Hernández y Murguey (2006) y Clemenza, Azuaje y Araujo (2010), los beneficios a obtener son la satisfacción y preferencia de los usuarios y el prestigio de las organizaciones. Por lo anterior, la gestión de la calidad en el servicio se ha convertido en una estrategia prioritaria para las empresas, las cuales se esfuerzan por definirla, medirla y mejorarla.

El concepto y los modelos de la calidad en el servicio también han evolucionado, dando lugar al menos a dos escuelas de la calidad en el servicio y a un gran número de modelos, por lo que hay un gran instrumental disponible de estructuras teóricas capaces de proporcionar referencias adecuadas para la evaluación de la calidad en el servicio. Las instituciones de educación superior (IES) públicas, a pesar de ser organizaciones sin fines de lucro, tienen esa misma necesidad de medir los servicios que ofrecen a los usuarios, que no solo son los alumnos, sino los docentes, personal de apoyo y usuarios externos. Las instituciones de educación superior han venido efectuando cambios para adaptarse a un entorno demandante de una calidad creciente en los servicios educativos.

Desde el comienzo de la década de los noventa esa preocupación por la calidad ha llevado a las IES mexicanas a establecer estrategias de autoevaluación que le permitan dar cuenta a la sociedad de la calidad de los servicios que ofrece. Entre esos esfuerzos se cuentan la búsqueda del reconocimiento de organismos externos de los programas educativos de licenciatura, los programas de posgrado, el sistema de gestión de la calidad y las competencias de los profesores, entre otros.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aguascalientes.  
Correo electrónico: rosyglez6@hotmail.com

En la Institución analizada, el servicio que se presta a los alumnos en su proceso educativo es revisado y mejorado continuamente como parte de los mecanismos derivados del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), el cual se encuentra certificado bajo la norma ISO 9001:2008, actualmente vigente. El SGC comprende los procesos que van desde la inscripción de los alumnos a las diferentes carreras ofertadas por la institución hasta la obtención del título. Sin embargo, no se cuenta con los suficientes elementos que informen del nivel de calidad de los servicios administrativos que la institución presta a los usuarios principales que son los alumnos.

El objetivo del trabajo fue analizar la calidad de los servicios administrativos que se prestan a los alumnos del Instituto Tecnológico de Aguascalientes.

## METODOLOGÍA

La presente investigación es descriptiva, cuantitativa, transversal y no experimental. Para llevar a cabo esta investigación se tomó como población a los 3,876 alumnos del Instituto Tecnológico de Aguascalientes que se encontraban inscritos durante el semestre agosto-diciembre de 2012, y se eligió una muestra a través de un muestreo estratificado y aleatorio simple equivalente a 3% de la población para conocer su percepción sobre la calidad de los servicios que reciben del instituto.

La recopilación de la información necesaria para llevar a cabo esta investigación se efectuó a través de un cuestionario aplicado a los alumnos de la muestra seleccionada. El cuestionario fue una adaptación del diseñado y aplicado por Alvarado, Hernández de Velazco y Chumaceiro (2010). Dicho cuestionario consta de 25 reactivos tipo Likert con 5 opciones de respuesta: 1. Nunca, 2. Casi nunca, 3. Algunas veces, 4. Casi siempre, 5. Siempre.

La única variable de la presente investigación es la Calidad en el servicio, e incluye como dimensiones: La Calidad en el servicio, la Calidad en las relaciones humanas, la Calidad en las actitudes y la Calidad en la responsabilidad social como propone Siliceo (2000) en Alvarado et al. (2010).

Según Vargas et al. (2007) en Alvarado et al. (2010), la Calidad en el servicio plantea que la excelencia en las actividades e interrelaciones se generan en la satisfacción de las necesidades de los usuarios del servicio. En cuanto a la Calidad en las relaciones humanas, Vargas et al. (2007) en Alvarado et al. (2010), señalan que ese proceso de búsqueda de la excelencia se realiza con compromiso parte de los esfuerzos individuales hasta llegar a la colectiva. La Calidad en las actitudes del personal se encuentra en las personas que ofrecen el servicio, en cuanto a la determinación, dedicación, disciplina y actitud hacia su trabajo, de acuerdo con Vargas et al. (2007) en Alvarado et al. (2010). Finalmente, la dimensión de Calidad en la responsabilidad se refiere a cumplir los requerimientos para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios, según Vargas et al. (2007), en Alvarado et al. (2010).

Las subdimensiones e indicadores correspondientes a cada dimensión, se detallan en la Tabla 1.

Los datos se recolectaron mediante la aplicación del cuestionario a los alumnos seleccionados, en sus aulas, aclarando las dudas que surgían con respecto al llenado del mismo. Para analizar la información obtenida mediante los cuestionarios se utilizó el programa *Statistics Program of Social Science* (SPSS), mediante estadística descriptiva.

**Tabla 1.** Dimensiones, subdimensiones e indicadores

Dimensión	Subdimensiones	No. de Reactivo/Indicadores
Calidad en el servicio	Accesibilidad al servicio	R4. Utilización de servicios
		R5. Accesibilidad a los servicios administrativos
	Coordinación con la prestación del servicio	R11. Coordinación interna y externa de los servicios administrativos
		R12. Coordinación con otras dependencias
	Tiempo de entrega del servicio	R6. Posibilidad de atención inmediata
		*R7. Tiempo de respuesta
R19. Rapidez de los empleados		
Calidad en las relaciones humanas	Respeto al usuario	*R1. Interés en el trato
		R17. Orientación a la satisfacción
		R24. Respetos a los derechos
	Compromiso y lealtad con el usuario	R9. Compromiso con el servicio
		R10. Lealtad con el servicio
Calidad en las actitudes	Búsqueda de excelencia	R14. Mejoramiento continuo
		R16. Esfuerzo por mejorar los servicios
		R21. Preparación para la mejora de servicios
		R23. Excelencia del servicio.
	Responsabilidad con el servicio	R18. Cumplimiento de las responsabilidades
		*R2 Malas experiencias
	Tolerancia y aceptación de sugerencias	R15. Actitud hacia el alumno
Amabilidad, ayuda e iniciativa en el servicio	R22 Cordialidad R3. Amabilidad	
Calidad en la responsabilidad	Capacidad de previsión y respuesta	R8. Flexibilidad
	Anticipación hacia las necesidades del usuario	R20. Anticipación
		R25. Interés
	Cumplimiento de las responsabilidades	R13. Cumplimiento de las responsabilidades

\*Reactivos en sentido negativo, por lo que se requiere invertir las puntuaciones que asignen los respondientes.

Fuente: Elaboración propia con adaptación de las dimensiones y subdimensiones de la calidad en el servicio propuestas por Alvarado et al. (2010).

## RESULTADOS

La confiabilidad del instrumento utilizado se midió mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, que es el indicador más ampliamente utilizado para este tipo de análisis. Los coeficientes Alfa de Cronbach de las cuatro dimensiones, calculados después de invertir las puntuaciones de los reactivos 1, 2 y 7 cuya redacción tenía sentido negativo, se encontraron entre 0.688 y 0.791, por lo que se consideraron suficientemente aceptables para proseguir con el análisis de los datos.

No pudieron ser ponderadas, debido a que se midieron con un solo reactivo, las subdimensiones de: Tolerancia y aceptación de sugerencias y Amabilidad, ayuda e iniciativa en el servicio, comprendidas en la dimensión Calidad de las actitudes, ni la de Capacidad de previsión y respuesta y la de Cumplimiento de las responsabilidades, comprendidas en la dimensión de Calidad en la Responsabilidad.

Los resultados anteriores indican que la estructura interna del instrumento de medición requiere ser enriquecida con un número mayor de reactivos para que las respuestas reflejen más ampliamente la percepción de los respondientes con respecto a cada ámbito particular de la dimensión del servicio, principalmente cuando la organización evaluada

estén transitando hacia mejores niveles de calidad que requieran de información más precisa y diferenciada sobre las oportunidades de mejora.

Para describir las características de los datos se utilizó la media y la desviación estándar o desviación típica (tabla 2). Como se aprecia, los datos muestran una desviación estándar pequeña de 0.63, lo cual indica que los datos analizados se encuentran poco dispersos con respecto a su media.

**Tabla 2.** Media y desviación estándar de la Calidad en el Servicio

Dimensión	Medias	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Calidad en el Servicio	3.38	0.63	1.20	4.88

Fuente: Elaboración propia a partir del resultados del programa SPSS.

Las medias de las puntuaciones por dimensión se encuentran en un rango muy estrecho que va de 3.30 a 3.49 (tabla 3). La desviación estándar también presentó valores muy cercanos y menores que la unidad, mostrando que su capacidad para discriminar las apreciaciones de los respondientes es baja.

Como se puede apreciar en el análisis de las subdimensiones que se muestran en la tabla 4, destacaron, débilmente, con el nivel más alto la subdimensión Responsabilidad con el servicio con una media de 3.61, y con el nivel más bajo Tolerancia y aceptación de sugerencias con una media de 3.01. Ambas subdimensiones están comprendidas en la dimensión de Calidad en las actitudes.

**Tabla 3.** Media y desviación estándar de las dimensiones de la Calidad en el Servicio

Dimensiones	Medias	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Calidad en las relaciones humanas	3.49	0.70	1.33	5.00
Calidad en el servicio	3.36	0.64	1.14	4.86
Calidad en las actitudes	3.36	0.69	1.50	5.00
Calidad en la responsabilidad	3.30	0.66	1.00	4.75

Fuente: Elaboración propia a partir del resultados del programa SPSS.

**Tabla 4.** Medias y desviación estándar de las subdimensiones de la Calidad en el Servicio

Dimensión	Subdimensiones	Media	Desviación estándar
Calidad en el servicio	Accesibilidad al servicio	3.42	.79
	Coordinación con la prestación del servicio	3.41	.81
	Tiempo de entrega del servicio	3.22	.75
Calidad en las relaciones humanas	Respeto al usuario	3.50	.70
	Compromiso y lealtad con el usuario	3.48	.93
Calidad en las actitudes	Búsqueda de excelencia	3.34	.81
	Responsabilidad con el servicio	3.61	.66
	Tolerancia y aceptación de sugerencias	3.01	1.02
	Amabilidad, ayuda e iniciativa en el servicio	3.28	.96
Calidad en la responsabilidad	Capacidad de previsión y respuesta	3.33	.93
	Anticipación hacia las necesidades del usuario	3.22	.77
	Cumplimiento de las responsabilidades	3.44	.88

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del programa SPSS.

Si se toma en cuenta que la escala se refiere a la frecuencia con la que se realizan las buenas prácticas descritas en los reactivos y que el 5 es la puntuación ideal y máxima que puede ser asignada por los respondientes, puede afirmarse que los resultados revelan una gran oportunidad de mejora en cada una de las dimensiones de la Calidad en el Servicio.

## CONCLUSIONES

El referente teórico de este trabajo -el modelo propuesto por Alvarado (2010) por su adecuación al propósito de la investigación que propone cuatro dimensiones de la Calidad en el servicio: Calidad en el servicio, Calidad en las relaciones humanas, Calidad en las actitudes y Calidad en la responsabilidad social - permitió cumplir con el objetivo de la investigación de describir y analizar la calidad de los servicios administrativos que se ofrecen a los alumnos de la IES en cuestión, con enfoque principalmente en los aspectos humanos del proceso de la prestación de los servicios.

El instrumento de medición de la calidad en el servicio aportó evidencia de un buen nivel de confiabilidad para las dimensiones de esta característica. Sin embargo, para medir las subdimensiones su nivel de confiabilidad fue menor y mostró la necesidad de refinarlo para mejorar su estructura interna y aumentar su precisión para detectar oportunidades de mejora en futuros estudios longitudinales en la organización estudiada y otras de su tipo.

En la descripción de la calidad en el servicio destacó tanto en la media general de todas las dimensiones un gran sesgo hacia el valor central de la escala, que con los valores de la desviación típica muy cercana a la unidad muestra, por un lado, que la capacidad discriminadora de los reactivos puede ser mejorada y, por otro, arroja un nivel entre mediano y bajo en la calidad en el servicio que se ofrece a los estudiantes, ya que las medias se encuentran alejadas del valor máximo de la escala utilizada.

La cercanía entre los valores de las medias no revelaron diferencias importantes entre dimensiones, ni entre subdimensiones, lo cual dificultó el análisis de las fortalezas y debilidades de la calidad en el servicio, ya que la diferencia entre la media más alta y la más baja fue menor a un punto de escala Likert. Aunque puede decirse que la calidad del servicio se caracteriza por un nivel bajo generalizado, a nivel de subdimensiones destacó débilmente la subdimensión Responsabilidad con el servicio con la media mayor, mientras que en el nivel más bajo, destacó la Tolerancia y aceptación de sugerencias. Ambas subdimensiones están comprendidas en la dimensión de Calidad en las actitudes.

## REFERENCIAS

- BARTOLOMÉ, A., BLANCO, O., HERNÁNDEZ, R. y MURGUEY, V. (2006). La calidad en la enseñanza universitaria (una experiencia institucional). *Geoenseñanza*, 11, 164.
- HERRERA H., S., RODRÍGUEZ E., M. y SÁNCHEZ D., L. (2011). Calidad en el servicio de comida rápida: Una comparación entre franquicias y negocios familiares. Ponencia presentada en el *XV Congreso Internacional de la Academia de Ciencias Administrativas A. C.* Veracruz, Mayo 2011.
- NÁJERA G, M. R. (2006). *Determinación de los factores de calidad que influyen en la permanencia de las microempresas de servicios de alimentos con atención directa al cliente*. Tesis no publicada de la Maestría en Ciencias en Administración, Instituto Tecnológico de Aguascalientes.

PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A. y BERRY, L. L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64(1): 12-37.

ZEITHAML, V. A., PARASURAMAN, A. y BERRY, L. L. (1985). Problems and Strategies in Services Marketing. *Journal of Marketing*, 49(2): 33-43.

### **Dictiotopografía**

ALVARADO P., L. J., HERNÁNDEZ DE VELAZCO, J. y CHUMACEIRO, J. (2010). Calidad de servicio en universidades públicas Venezolanas. *Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales*, 2(4): 45-58. Recuperado de [http://dialnet.unirioja.es/servlet/listaarticulos?tipo\\_busqueda=EJEMPLAR&revista\\_busqueda=16424&clave\\_busqueda=30961](http://dialnet.unirioja.es/servlet/listaarticulos?tipo_busqueda=EJEMPLAR&revista_busqueda=16424&clave_busqueda=30961)

CLEMENZA, C., AZUAJE, H. y ARAUJO, R. (2010). Calidad de servicio de las instituciones privadas de educación superior. *OMNIA*, 16, p. 55. Recuperado de [www.redalyc.com](http://www.redalyc.com)

## EL PROCESO DE SUCESIÓN Y SUS EFECTOS ORGANIZACIONALES EN LAS EMPRESAS FAMILIARES DE AGUASCALIENTES

Jorge Humberto Macías Macías<sup>1</sup>,  
Carmen Estela Carlos Ornelas

**Palabras clave:** empresa familiar, cambio organizacional, desempeño, sucesión.

### INTRODUCCIÓN

Las empresas familiares pequeñas son aquellas en las que la propiedad, administración y control de la empresa se encuentran a cargo de una familia con un rango de 1 a 100 empleados. En México, al igual que en el resto del mundo, no se tienen datos confiables sobre el número de empresas familiares; sin embargo, estudios realizados en diferentes épocas y países han llegado a la conclusión de que las empresas familiares son precisamente el tipo de empresa predominante en el mundo como forma empresarial; a título de ejemplo se identifica que en Estados Unidos el 96% de las empresas son familiares; en Brasil 90%, Holanda 74%, en Italia 99%; en España 71%; Suiza 88%, Reino Unido 76%, Portugal 70%, Argentina 70% y en Colombia 70% (BID 2005. International Family Enterprise Research Academy).

Gallo (1995) nos muestra tres características que definen a una empresa familiar:

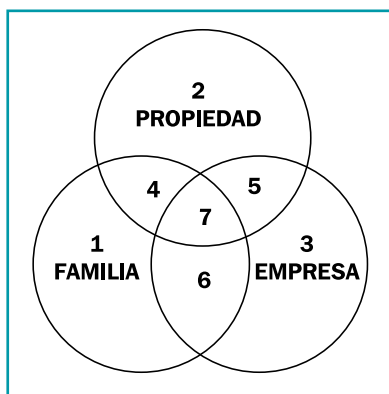
- Más del 50% de la empresa se encuentra en manos de una o dos familias.
- Hay miembros de la familia en puestos directivos.
- Los miembros de la familia están conscientes de que la empresa será transferida a las siguientes generaciones.

Los negocios familiares predominan en las empresas que hay en México: se estima que 90% de las entidades económicas entran en este sector (Ramo, 2005), además, son vulnerables de acuerdo con los bajos índices de sobrevivencia en los países en donde más se han estudiado: entre la primera y la segunda generación registran tasas de sobrevivencia de 20% a 30%, y entre la segunda y la tercera de 10% a 15% (Aronoff, & Ward, 2001; Beckhard & Dyer, 1983; Irigoyen, 1999; Lansberg, 2000). En México, 60% de los empleos son generados por empresas de este tipo y contribuyen con la mitad del Producto Interno Bruto (PIB); alrededor de 90% de los más de 3 millones de negocios son manejados por una familia. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 57% de las empresas tiene menos de 5 años de existencia, en donde predominan: empresas jóvenes y pequeñas, conformadas por

<sup>1</sup> Maestría en Ciencias en Administración, Departamento de Ciencias Económico-Administrativas, Instituto Tecnológico de Aguascalientes.  
Correo electrónico: jorge.hm2@hotmail.com

una sola familia, pocos trabajadores no son parientes y existen problemas familiares en la operación diaria (Ramo, 2005). Aunque en la actualidad hay muchos empresarios que mantienen operando sus organizaciones y se pueden considerar como grandes triunfadores, no pueden sin embargo cantar victoria, ya que su verdadera prueba de fuego es la sucesión y se debe enfrentar con plena conciencia (Belausteguigoitia, 2012).

En la figura 1 se muestra el modelo de los tres círculos de Tagiuri y Davis (2005), el cual describe el sistema de empresas familiares como subsistemas independientes pero sobrepuestos: empresa, propiedad y familia. Cualquier individuo de este tipo de empresa puede ser colocado en uno de los siete sectores que forman al sobreponerse los círculos de los subsistemas. Todo individuo que sea miembro del sistema de una empresa familiar ocupa un solo sitio en este modelo.



**Figura 1.** Modelo de los Tres Círculos de Tagiuri y Davis (2005).

Aproximadamente una de cada tres empresas familiares logran pasar exitosamente a la siguiente generación, aunque también para ellas son contrarias las posibilidades de supervivencia (Handler, 1989).

**Tabla 1.** El cambio generacional en la empresa familiar (Gersik, Davis, McCollom Hampton y Lansberg, 1997)

1ª Generación	Padre solo padre + hijos
2ª Generación	Hermanos solos hermanos + primos
3ª Generación	Primos
4ª Generación	Primos segundos

La investigación tiene como objetivo identificar el proceso de sucesión y sus efectos organizacionales en las empresas familiares del estado de Aguascalientes a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas al actual sucesor de las empresas familiares que ya han pasado la primera generación.

## METODOLOGÍA

En este documento se reporta un trabajo de investigación de corte cualitativo, basado en la identificación del proceso de sucesión y sus efectos en la organización de las empresas familiares. La selección de las unidades de análisis se efectuó a través del muestreo teórico, a partir de una investigación previa sobre las empresas familiares en el



estado de Aguascalientes que han logrado superar la primera, segunda y hasta la tercera generación después de la sucesión. Se procedió a la recolección de datos a través de la realización de entrevistas con preguntas estructuradas y a profundidad aplicadas al actual sucesor de 15 empresas familiares que se encuentran en la segunda generación de la sucesión. Para el procesamiento de los datos se utilizó la metodología propuesta por Sampieri (2014), la cual consiste principalmente en tres etapas: grabación de las entrevistas, transcripción y análisis de contenido.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rasgos característicos que describen el perfil de los respondientes se muestran en la tabla 2. El actual sucesor de las empresas familiares es el hijo del fundador, y predominan el género masculino sobre el femenino a razón de 10 a 5, respectivamente. Solamente en una empresa el actual sucesor no tiene carrera profesional, ya que su grado máximo de estudios es la preparatoria. El proceso de sucesión y los efectos de la misma sobre el desempeño de las empresas familiares son las variables de estudio y definen las dimensiones y reactivos utilizados en la guía de entrevista y se muestran en la tabla 3.

**Tabla 2.** Rasgos característicos de los respondientes

	CARACTERÍSTICA	RESPONDIENTES
EDAD	Mayores de 50 años	2
	De 40 a 50 años	4
	De 30 a 40 años	3
	<b>Menores de 30 años</b>	<b>6</b>
	Total	15
GÉNERO	Femenino	5
	<b>Masculino</b>	<b>10</b>
	Total	15
ESCOLARIDAD	Maestría	1
	<b>Licenciatura</b>	<b>12</b>
	Ingeniería	1
	Preparatoria	1
	Total	15
PARENTESCO CON EL FUNDADOR	<b>Hijo</b>	<b>9</b>
	Hija	4
	Hermano	1
	Nieta	1
	Total	15
PUESTO ACTUAL	Director General	3
	<b>Gerente General</b>	<b>7</b>
	Administrador	3
	Mando Medio	2
	Total	15
ANTIGÜEDAD EN LA EMPRESA	Más de 30 años	1
	De 21 a 30 años	1
	De 16 a 20 años	2
	<b>De 6 a 15 años</b>	<b>9</b>
	Menos de 5 años	2
	Total	15

Con base en el análisis de contenido y resultados se establece que el total de las empresas no cuentan con un plan de sucesión definido, en donde la asunción a la dirección por parte del sucesor dependió de su preparación y experiencia en el negocio, así como de su especialización en las diferentes tareas de la empresa.

En 3 de las 15 empresas entrevistadas la decisión del cambio generacional se dio de manera obligatoria y forzada debido al fallecimiento de su fundador y en todos los casos, la responsabilidad recayó en algún miembro de la familia (esposa, hijo o hijas). En todos los casos el cambio generacional mejoró la operación de la empresa debido a que el actual sucesor cuenta con los conocimientos requeridos por el giro del negocio. Aunque en 5 de las 15 empresas donde el cambio generacional se debió a la decisión del fundador, en 3 de las 5 el control del negocio hacia el sucesor no fue cedido en su totalidad, debido a que el fundador sigue teniendo presencia y decisión dentro de la empresa.

Los resultados sugieren que a los interesados en las empresas familiares les preocupa el establecimiento de un plan de sucesión que prepare a la empresa y la familia para los posteriores cambios generacionales, con base a las capacidades y experiencias adquiridas por el actual sucesor y la familia.

**Tabla 3.** Matriz de reactivos y resultados

DIMENSIONES	REACTIVOS	RESULTADOS
<b>FACTORES DE INFLUENCIA PARA LA SUCESIÓN</b>	1. ¿Cómo fue que se decidió realizar la sucesión, y quiénes influyeron en dicha decisión?	<ul style="list-style-type: none"> <li>El fallecimiento del fundador fue determinante en solamente tres casos.</li> <li>El fundador tomó la decisión debido a que ya no podía hacerse cargo del negocio.</li> <li>Los hijos deben tener cabida en la empresa y participar de sus beneficios.</li> <li>En ninguno de los casos hubo influencia por parte de algún miembro de la familia o empresa.</li> </ul>
<b>PLANIFICACIÓN DE LA SUCESIÓN</b>	2. Si hubo planificación, describa el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>En ningún caso se planeó la sucesión y a la fecha solamente una empresa ya cuenta con el protocolo para el siguiente cambio generacional.</li> </ul>
	3. Si no hubo planificación, ¿cómo se eligió al sucesor y cómo se llevó a cabo el cambio de directivo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se eligió al miembro de la familia más preparado académicamente y que conocía el giro del negocio.</li> <li>El fundador de la empresa cede el control al sucesor a través de protocolo notarial.</li> <li>No hubo nombramiento oficial del sucesor.</li> </ul>
<b>ENTRENAMIENTO DEL SUCESOR</b>	4. ¿Cómo se preparó usted para hacerse cargo de la empresa antes, durante y después del cambio?	<ul style="list-style-type: none"> <li>El actual sucesor se involucró en la empresa desde pequeño aprendiendo el giro del negocio.</li> <li>El sucesor realizó estudios acordes al tipo de negocio antes del cambio.</li> <li>En los casos en los que no se dio el fallecimiento del fundador, el sucesor ya se encontraba laborando en la empresa antes de asumir la dirección del negocio y tuvo que escalar puesto por puesto.</li> </ul>
	5. ¿Cuáles fueron las funciones que desarrolló usted desde que ingresó a la empresa hasta este momento?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funciones operativas como obrero, auxiliar de crédito y cobranza, ventas y encargado de almacén.</li> <li>Entrenamiento y capacitación de nuevo personal.</li> <li>Especialización dentro y fuera de la empresa</li> </ul>

MEJORAS DE LA EMPRESA DERIVADAS DE LA SUCESIÓN	6. ¿Cuáles cambios ha hecho desde que ocupa su nuevo puesto?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesionalización de todas las áreas de la empresa a través de manuales de operación y organización.</li> <li>• Ampliación de servicios que incluyen el uso de nueva tecnología.</li> <li>• Mejora de la imagen corporativa de la empresa.</li> <li>• Apertura de nuevos mercados derivados de la globalización.</li> </ul>
	7. ¿Cómo reaccionaron ante esos cambios los involucrados con la empresa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Familia:</b> Fue positiva y de mucho apoyo y compromiso debido al liderazgo ejercido por el fundador.</li> <li>• <b>Directivos:</b> Presentaron dificultades para integrarse a la nueva propuesta de trabajo.</li> <li>• <b>Clientes:</b> Al inicio hubo confusión y decremento en el número de clientes.</li> <li>• <b>Empleados:</b> En general hubo reacción positiva, en un caso hubo complicaciones debido a despidos de personal por adquisición de maquinaria.</li> <li>• <b>Proveedores:</b> Se mejoraron las condiciones contractuales por lo que no se tuvo problema para su adaptación al cambio.</li> </ul>
DESEMPEÑO DE LA ORGANIZACIÓN	8. ¿Cómo ha cambiado la situación financiera de la empresa después de la sucesión?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han mantenido las utilidades pero al inicio se vieron afectadas debido a los cambios realizados que en su mayoría requirieron inversión y gasto.</li> <li>• Se incrementó la productividad de la empresa por la adquisición de maquinaria y equipo con mejor tecnología.</li> </ul>
	9. ¿Cuáles avances ha tenido la profesionalización de la empresa desde que usted tomó la dirección?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecieron planes de organización y funciones para cada departamento.</li> <li>• Se realizó la reconversión de toda la planta productiva de la empresa y se cambia la maquinaria y procesos.</li> <li>• En el área de ventas se establecieron estrategias para controlar el mercado.</li> </ul>
DESEMPEÑO DEL NEGOCIO	10. ¿Cómo ha sido el comportamiento de los niveles de venta de sus productos o servicios?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El departamento de comercialización fue un área de oportunidad por lo que hubo incremento importante en las ventas.</li> <li>• El nivel de ventas se mantiene pero con dificultades debido al incremento en los costos de producción.</li> </ul>
	11. ¿Cómo ha sido la rentabilidad de la empresa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se generaron problemas para mantenerla, incluso para aumentarla, debido a que se tuvo que reiniciar la empresa por las modificaciones hechas a la organización.</li> <li>• Se tuvo que adecuar la empresa a la globalización con el fin de crecer las utilidades y bajar los costos.</li> </ul>
	12. ¿Cómo han sido los niveles de contratación de personal y de rotación del mismo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha logrado el arraigo del personal a través de inclusión de programas de incentivos y de capacitación, disminuyendo el índice de rotación.</li> <li>• En un caso se tuvo que hacer recorte de personal por la separación de un asociado de la empresa a la muerte del fundador, así como por la adquisición de maquinaria y equipo para el área de producción.</li> </ul>
	13. ¿Cómo es la liquidez de la empresa?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha logrado mejoría en la liquidez de la empresa a través de la disminución de los costos y se ha pasado de una bonanza económica a un comportamiento estable.</li> </ul>
	14. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones y planes para el siguiente cambio generacional que se presentará cuando llegue el momento de su retiro?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el negocio permanezca en manos de la familia y quien se haga cargo conozca el giro y se prepare desde ahora.</li> <li>• Que la empresa logre su continuidad por muchos años y asegure las ganancias y el patrimonio de la familia.</li> <li>• Contar con planes de organización y dirección de la empresa y que incluya el plan de sucesión.</li> </ul>

## CONCLUSIONES

Planear cualquier tipo de negocio es un proceso necesario si se quiere obtener beneficio del mismo a través del tiempo y las generaciones. Sin embargo, esta acción es una tarea que no cualquier empresario está dispuesto a realizar al momento de emprender su negocio ya que para algunos es una pérdida de tiempo y algo innecesario como requisito para iniciarlo.

Es imperante hacer conciencia en los empresarios fundadores, principalmente en las empresas familiares, de la necesidad e importancia de iniciar con una organización bien estructurada que incluya tanto el Protocolo Familiar que regule las funciones y actúe de los integrantes de la empresa y de la familia, así como de un buen plan de sucesión, ya que es un acontecimiento inevitable y que lamentablemente, al no planearse, se traduce en uno de los problemas más relevantes y críticos que enfrentan las empresas familiares que garanticen su continuidad.

La selección de la persona más adecuada para suceder al líder actual se realiza en función de varios aspectos, pero en esencial dos: su competencia técnica y predisposición personal, esto permitirá además la generación de nuevas ideas y proyectos por parte del sucesor, que favorezcan el desempeño de la organización, así como la preparación de los mismos para los posteriores cambios generacionales.

## REFERENCIAS

- BELAUSTEGUIGOTIA, I. (2012). *Empresas familiares, su dinámica, equilibrio y consolidación*. México, D. F.: McGraw-Hill.
- GALLO, M. (1995). *Empresa familiar: Textos y casos*. Barcelona: Editorial Praxis.
- GALLO, M. (1999). *La Empresa Familiar 5*. Publicaciones de la Cátedra de Empresa Familiar IESE.
- GERSIK, K. E., DAVIS, J. A., MCCOLLOM HAMPTON, M. y LANSBERG, I. (1997). *Empresas familiares. Generación a generación*. México: McGraw-Hill.
- HANDLER, W. (1989). *Managing the family firm succession process: The next-generation family member's experience*. UMI Dissertation Services.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- RAMO, M. (Septiembre de 2005). Todo queda en familia. *Entrepreneur, para emprender, invertir, vender y ganar*, 1.
- WARD, J. (2004). *Perpetuating the Family Business. How to Plan the Continuing Growth*. Nueva York: Palgrave Macmillan.
- WARD J. (2006). *El éxito en los negocios de familia*. Bogotá: Norma.

### Dictiotopografía

- ESCALONA, I. *Empresa y Familia*. Monografías.com-Administración y Finanzas. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos12/teoempres/teoempres.shtml>
- LANSBERG, I. (2000). El consejo de familia, una gran inversión de futuro. Recuperado de [http://www.laempresafamiliar.com/web/dossiers/30\\_consejo\\_familia/index.html](http://www.laempresafamiliar.com/web/dossiers/30_consejo_familia/index.html)
- TAGIURI Y DAVIS (2005). Fases vitales padre-hijo. Recuperado de <http://www.dinero.com:8080/empresasfamiliares/default.asp?id=18112003164148.htm>

## EMPRENEDORES, INNOVACIÓN Y CRISIS

Enrique Leonardo Kato Vidal<sup>1</sup>,  
Citlali Martínez Occhipinti

**Palabras clave:** empleadores, patentes, inversión extranjera, México.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es evaluar el surgimiento de emprendedores en las entidades federativas de México. La información utilizada proviene de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (ENOE, INEGI, 2010). Los datos corresponden a datos anuales de 2005 a 2014 de 31 estados, se excluyó a Campeche por ser una observación atípica a causa de la actividad petrolera.

#### **Empleadores en el ciclo económico**

En México, en el periodo 2005-2014, se registraron aproximadamente 19.92 empleadores E<sup>o</sup> por cada 1,000 habitantes. Un subconjunto que pudiera ser de mayor interés es la tasa de empleadores E<sup>c</sup> cuyas mercancías se venden a intermediarios o a empresas. En el país había una tasa de 3.95 empleadores con venta a empresas. La diferencia entre ambas tasas son los empleadores que tienen como mercado directamente al público, su tasa es 15.97 en promedio. La evolución de los empleadores muestra dos retrocesos: el primero asociado a la crisis de 2009, el segundo se observa en 2014 y pudiera deberse a la mayor fiscalización a pequeños negocios.

El propósito del presente análisis es intentar explicar la tasa de empleadores con base en las oportunidades de negocios y tecnológicas. Así también, calcular el impacto que pudo haber tenido la crisis de 2009 en el conjunto de empleadores. Antes de describir la estrategia de estimación y los factores explicativos de los empleadores, se presenta información a nivel regional para identificar los impactos subnacionales de la crisis de 2009. La regionalización utilizada es la que emplea el Banco de México (2012) en su reporte de economías regionales.

#### **Tendencias regionales Norte-Sur**

El uso de la desagregación del país en cuatro regiones permitió identificar que la tendencia de los estados de la frontera norte es la más importante para explicar por qué ha disminuido la tasa de empleadores E<sup>o</sup> en los años posteriores a 2009 (tabla 1). En cambio parece existir un

1 Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro.  
Correo electrónico: enriquekato@uaq.mx

repunte importante en los empleadores E<sup>c</sup> especializados en venta a intermediarios o empresas (tabla 1). El repunte de E<sup>c</sup>, posterior a 2009, proviene esencialmente de la recuperación en la zona sur del país (tabla 1). Analizar estos casos en forma aislada permitirá obtener mayor información del modelo estadístico para comprender las tendencias observadas en el país. En particular se propone estudiar un comparativo entre la situación de 2009 con la que había tres años antes (2006) y también con lo que ocurrió 3 años después (2012).

Con respecto a la tasa de empleadores totales E<sup>o</sup> se observa que la caída nacional de 2009 no se había recuperado en 2012, siendo aún más pronunciada la caída en la región norte. En el caso de los empleadores especializados E<sup>c</sup> se registró una recuperación nacional de casi la totalidad de empleadores; destacada la región sur, donde la recuperación fue más que proporcional y había en 2012 una tasa de E<sup>c</sup> mayor que la de 2006.

**Tabla 1.** México. Empleadores totales y especializados por regiones y cambios cerca de 2009

	PANEL A Empleadores totales				PANEL B Empleadores especializados		
	PAÍS	NORTE	SUR		PAÍS	NORTE	SUR
2006	20.8	21.6	18.7	2006	4.12	4.57	4.11
2009	19.3	17.8	18.2	2009	3.74	3.49	3.62
2012	19.8	18.7	18.8	2012	4.17	3.77	4.61
2006-09	-1.50	-3.81	-0.53	2006-09	-0.38	-1.07	-0.49
2009-12	0.52	0.96	0.61	2009-12	0.42	0.28	1.00

Nota: Tasas por cada 1 000 habitantes y cambios para 2006-2009 y 2009-2012

## METODOLOGÍA

Audretsch y Keilbach (2007) le atribuyen a la oportunidad de convertirse en emprendedor al crecimiento inesperado de la economía.

$$\bar{E} = (\pi^*(g, K, \theta) - w)$$

En donde  $\pi$  es el beneficio que el emprendedor está esperando recibir, el cual está en función del crecimiento inesperado  $g$  que se presente, una vez que el nuevo conocimiento se esté produciendo ( $K$ ) y la magnitud del filtro de conocimiento ( $\theta$ ) (siendo  $\theta = K^c/K$ , donde  $K^c$  es el conocimiento económico y  $K$  es el nuevo conocimiento) que exista, el cual se refiere a cuánto del nuevo conocimiento es económico; es decir, cuánto se está comercializando,  $w$  corresponde al salario que se obtuvo de una empresa ya establecida.

Incluso las oportunidades del emprendedor se pueden dar a partir del conocimiento comercializable que no ha sido aún mercantilizado por las empresas ya establecidas, esto se da a partir de la ecuación en donde  $E^*$  es el intento de apropiarse de beneficios a través de los conocimientos comerciables que aún no han sido comercializados por las empresas establecidas (Audretsch y Keilbach, 2007).

$$E^* = (\pi^*(K, \theta) - w)$$

Sin embargo, así como hay incentivos para emprender, también en el trabajo de Audretsch y Keilbach (2007) se toma en cuenta que en el sistema existen barreras que detienen el desarrollo de la actividad emprendedora. Las mismas están muy relacionadas con algunos de los panoramas que se describen en México respecto a los

emprendedores, tales como las restricciones financieras, el rechazo al riesgo, restricciones burocráticas, ausencia de aceptación social, etc. Estas situaciones están determinadas por  $\beta$ .

$$E^* = \left(\frac{1}{\beta}\right) (\pi^*(K, \theta) - w)$$

Si estudiamos el comportamiento de los emprendedores paralelamente estaremos estudiando su interacción en la economía. Por tanto, la dotación regional en el capital del emprendimiento  $E_i^y$  juega como en un inicio como una variable exógena, junto con la dotación regional de capital  $K_i^\alpha$ , la mano de obra  $L_i^\beta$  y el capital de conocimiento  $R_i^n$ ; y en donde se toma como variable endógena la producción económica.

$$Y_i = K_i^\alpha L_i^\beta R_i^n E_i^y$$

Para efectos de la obtención de un análisis de regresión los autores tomaron en cuenta variables que pudieran influir en la propagación de la actividad emprendedora como es la inversión, el desempleo, la aglomeración, atributos regionales (*amenities*) de valor agregado como lo son referencia de datos turísticos, diversidad social, política, impuestos, conocimiento, la diversidad de capital humano y la diversidad industrial.

### La estimación

Se utilizó la ecuación  $E = (\pi^*(g, K, \theta) - w)$  de Audretsch y Keilbach (2007) como base para realizar la estimación. Para operacionalizar la variable de emprendedores se utilizaron, por separado, las tasas de empleadores  $E^o$  y  $E^c$ , siendo el supra índice  $o$  = Empleadores totales y  $c$  = Empleadores especializados cuya venta se realiza a intermediarios o a empresas, en vez de la venta directa al público.

El primer argumento de la función es  $g$  que representa el beneficio esperado, para ello encontramos que el salario real es la variable que mejor representa la rentabilidad esperada de los empleadores. Se intentaron otras variables de oportunidades de negocio como el PIB *per cápita* o la tasa de crecimiento del PIB sin que ninguna de ellas tuviera más capacidad de predicción que el salario ( $w$ ). La especificación final fue una relación "level-log" donde la tasa de empleadores está en personas y el salario se transformó a escala logarítmica. La interpretación del parámetro requiere dividir el coeficiente entre 100 para indicar el aumento del número de unidades en la tasa de empleadores consecuencia de un 1% de aumento del salario.

Se incluyeron otras dos variables en la especificación del modelo que se espera estén correlacionadas positivamente con el número de empleadores en la economía, siendo éstas: el monto de inversión extranjera directa (IED) y el número de solicitudes de patente, ambas variables expresadas en términos por habitante. Se espera que a mayor disponibilidad de capital extranjero aumenten las tasas de empleadores, en particular la tasa  $E^c$  de empleadores especializados. Esta hipótesis se deriva de la derrama tecnológica y de oportunidades de negocio que normalmente se asocia con la llegada de empresas extranjeras.

En cambio, la variable de solicitudes de patente se espera que impacte positivamente al número de empleadores no por un beneficio proveniente de fuera de la región, como en el caso de la inversión extranjera, sino por los esfuerzos locales de desarrollo tecnológico y de acumulación de capacidades. Derivado de la concentración territorial de los esfuerzos en materia de tecnología e innovación es posible que esta variable resulte débilmente significativa o no significativa. Además, la tendencia de las patentes *per cápita* es lineal, lo que contrasta con la volatilidad observada en la tasa de empleadores. Tanto la variable de inversión extranjera como la de solicitudes de patentes son relaciones *level-level* con respecto a la variable endógena, por lo que la interpretación es directa; esto es, el cambio en la tasa de empleadores derivado de un cambio unitario de la variable explicativa, si se supone que no cambian el resto de las variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estimación del modelo se realiza mediante un panel dinámico utilizando el método de Arellano y Bond *two step estimator* con *robust standard errors*. La muestra se conformó con datos anuales de 2005 a 2014 de 31 estados, excepto Campeche. La significancia del término autorregresivo AR(1) confirma la necesidad de utilizar un modelo dinámico. Únicamente con fines comparativos se presenta la estimación del modelo usando efectos fijos (F. E.) y *clustered robust standard errors by entity*. Un primer resultado que destaca es el alto grado de inercia en las tasas de empleadores, lo que podría manifestar el carácter estructural de estas tasas (tabla 2). Los parámetros AR (1) revelan que la mitad de la tasa de empleadores permanecerá en el siguiente periodo. En el caso de los empleadores especializados el grado de inercia ( $0.68 \approx 2/3$ ) es mayor.

Las estimaciones corroboran la expectativa de que un mayor mercado, medido por el poder de compra del salario, promueve el surgimiento de un mayor número de empleadores (tabla 2). Se requeriría un aumento de 5% del salario real para aumentar en un punto la tasa de empleadores que tiene un valor medio de 19.9 por cada 1,000 habitantes. El número de solicitudes de patentes no alcanza significancia estadística aunque el signo obtenido fue positivo. Contrario a lo esperado, un aumento de la inversión extranjera *per cápita* ( $k^f$ ) incide negativamente sobre los empleadores. Un monto de una desviación estándar (aproximadamente 437 dólares por habitante reduciría en 2/5 de punto ( $-.0009 \times \$437$ ) la tasa de empleadores.

La comparación de las estimaciones entre los modelos GMM con los de efectos fijos muestra diferencia, especialmente con respecto a la significancia estadística de las variables, ofrece un útil *benchmark* en cuanto al signo y magnitud de los coeficientes. En la ecuación del total de empleadores el modelo de efectos fijos sobreestima el coeficiente del salario y no revela significancia de la variable de inversión extranjera (tabla 2). Por su parte, en la estimación de empleadores especializados bajo el modelo de efectos fijos no se reporta significativa ninguna variable, aun siendo los coeficientes muy cercanos en magnitud con los del modelo GMM, excepto el de patentes.

Si bien la relación no es estrictamente proporcional, se podría concluir que el número de empleadores en México sí varía en relación directa con el poder de compra del salario. La caída del salario real es un factor que significativamente ha contribuido a la reducción de la tasa de empleadores. Otro hallazgo en la tabla 2 es el signo negativo de la inversión extranjera, esto implica que no es positiva la externalidad de las empresas extranjeras en el país. La evidencia sugiere que los empleadores, más que ser proveedores o negocios complementarios con la inversión extranjera, son competidores directos sea en los mercados locales

**Tabla 2.** México. Total de empleadores (por cada 1,000 habitantes)

Robust Std Err	GMM		F. E. (Cluster id)	
log(w)	19.95	***	34.787	***
	5.22		5.979	
$\pi^f$	-0.0009	***	0.0002	n.s.
	0.0003		0.0003	
T	0.15	n.s.	0.750	—
	0.67		0.277	
Constant	-63.30	***	-109.696	***
	19.65		22.272	
AR (1)	0.47	***		
	0.062			
Observations	279		310	
Number of instruments	27			
Sargan (p-value)	26.17			
	(0.244)			
AR (1) (p-value)	-3.43	(.0006)		
AR (2) (p-value)	-1.367	(.1747)		
F-Stat (p-value)			11.39	(0.000)

Nota: \*significante a 10%, \*\*a 5%, \*\*\*a 1%. Resultados para 31 estados, se excluye Campeche.



**Tabla 3.** México. Empleadores especializados (por cada 1,000 habitantes)

Robust Std. Err.	GMM		F. E. (Cluster id)	
log(w)	5.38	**	4.200	n.s.
	2.57		2.545	
$\pi^p$	-0.0002	***	-0.0002	n.s.
	0.0001		0.0003	
T	0.27	*	-0.060	n.s.
	0.14		0.184	
Constant	-18.86	**	-11.545	n.s.
	9.57		9.588	
AR (1)	0.08	***		
	0.098			
Observations	279		310	
Number of instruments	27			
Sargen (p-value)	22.315 ( .441)			
AR(1) (p-value)	-3.168 (0.0015)			
AR(2) (p-value)	-2.40 (0.163)			
F-Stat (p-value)			3.42 (0.0298)	

Nota: \*significante a 10%, \*\*a 5%, \*\*\*a 1%. Resultados para 31 estados, se excluye Campeche.

de bienes o servicios, o probablemente en el mercado de factores productivos, *i. e.* mercado de trabajo o mercado financiero.

Haciendo uso de la información disponible se reestimó la función de emprendedores restringiendo la muestra únicamente a empleadores especializados en venta directa a intermediarios o empresas, siendo éste un conjunto reducido. Para ilustrar las diferencias se puede citar que la tasa total de empleadores es de 20, en cambio los empleadores especializados son únicamente 4 por cada 1,000 habitantes. La estimación para los empleadores especializados no cambia sustancialmente de lo hallado en la muestra del total de empleadores (tabla 3). Una diferencia a resaltar es la significancia del impacto de las patentes sobre la cantidad de empleadores especializados. Si aumentara dos desviaciones estándar el número de solicitudes de patentes podría aumentar  $\frac{1}{2}$  punto ( $2 \times 1.005 d. e. x .027$ ) la tasa de empleadores especializados. La buena noticia es que las solicitudes de patentes *per cápita* se han duplicado de 2005 a 2014, con el consecuente beneficio en la promoción de nuevos negocios y emprendedores.

Otra diferencia notable entre las estimaciones para el total de empleadores y los empleadores especializados es que el aumento del indicador de ganancias esperadas de mercado (*v. gr.* el salario real) incide en mucho menor medida (5.38 vs. 19.95) sobre la aparición de nuevos empleadores. Así también, el impacto negativo de la inversión extranjera es una fracción menor, por lo que la llegada de más empresas de capital extranjero desplaza a un menor número de empleadores en el país.

## CONCLUSIONES

La ecuación utilizada bajo la teoría expuesta por Audretsch y Keilbach (2007) ha brindado un panorama general sobre el surgimiento de emprendedores, atribuyéndolo para el caso mexicano al crecimiento de salarios reales y la inversión en conocimiento local. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede comprobar de acuerdo a la hipótesis establecida, que un aumento de bienestar económico incita al surgimiento de empleadores, especialmente los tradicionales.

Se pudo constatar que el surgimiento de nuevos empleadores que sean de carácter especializado debe ser impulsado por nuevo conocimiento que tenga como resultados nuevos prototipos y patentes. Esto significa que hay la posibilidad de que la inversión en nuevo conocimiento en un mediano o largo plazo llegue a ser comercializable por nuevos emprendedores. El caso de que una empresa extranjera invierta económica e intelectualmente no significa que directamente vaya a promover que la población económicamente activa, en especial no incentiva a que los

trabajadores de empresas de IED, vayan a generar tal conocimiento, capacidad económica y, sobre todo, motivación suficiente como para identificar nuevos nichos de mercado.

## REFERENCIAS

- ACS, Z. J., AUDRETSCH, D. B., BRAUNERHJELM, P. & CARLSSON, B. (2012). Growth and entrepreneurship. *Small Business Economics*, 39(2): 289-300.
- AUDRETSCH, D. B. & KEILBACH, M. (2007). The Theory of Knowledge Spillover Entrepreneurship. *Journal of Management Studies*, 44(7): 1242-1254.
- BANCO DE MÉXICO (2012). *Reporte sobre las economías regionales*. Enero-marzo. Banxico.
- BONACCORSI, A., COLOMBO, M. G., GUERINI, M. & ROSSI-LAMASTRA, C. (2014). The impact of local and external university knowledge on the creation of knowledge-intensive firms: Evidence from the Italian case. *Small Business Economics*, 43(2): 261-287.
- DOSAL, C., GUTIÉRREZ, C. I. y SARACHO, A. (2011). ¿Quiénes son los emprendedores innovadores mexicanos? USAID-Fundación Idea.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) (2010). *Encuesta Nacional de Micronegocios (ENAMIN)*. Aguascalientes, México: Autor.
- PETRAKIS, P. E. & VALSAMIS, D. G. (2013). Entrepreneurship, Transaction Costs and Cultural Background. *International Business Research*, 6(5): 55.
- UNGER, K. (2014). *La nueva política de innovación y competitividad. Sectores, entidades y empresas líderes* (No. DTE 586). México: Centro de Investigación y Docencia Económicas.

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**NATURALES Y EXACTAS**



## BIODIVERSIDAD DE LA ESTACIÓN BIOLÓGICA AGUA ZARCA

Jorge Martínez Martínez<sup>1</sup>, Jaime Escoto Rocha, Macelo Silva Briano,  
Gilfredo De la Riva Hernández, José Jesús Sigala Rodríguez, Felipe Tafoya  
Rangel

**Palabras clave:** biodiversidad, florística, herpetofauna, avifauna, entomofauna,  
zooplancton.

### INTRODUCCIÓN

Conservar la biodiversidad se ha convertido hoy día en un aspecto prioritario para todos los países del mundo, debido al acelerado deterioro y la contaminación ambiental en la que se vive hoy, lo cual coadyuva a la extinción de las especies. La información faunística actualizada sobre un punto geográfico concreto es fundamental para interpretar los cambios a través del tiempo y el espacio, de ahí que sea tan importante mantener el monitoreo de las especies de los diversos ecosistemas de una determinada área geográfica, además de contar con un registro de los mismos en una colección científica. Para el estado de Aguascalientes, con respecto al grupo de invertebrados son pocos los estudios efectuados, por lo que resulta importante evaluar estas especies tanto en los ecosistemas acuáticos como terrestres, y contar con colecciones que sirvan de referencia para posteriores estudios tanto básicos como aplicados que contemplen a este grupo de organismos. En el presente trabajo en el área de la Estación Biológica Agua Zarca (EBAZ) se consideraron dos grupos de invertebrados, de acuerdo a la disponibilidad de especialistas, el zooplancton y los insectos, para comunidades acuáticas y terrestres, respectivamente.

La diversidad de los vertebrados es muy importante desde el punto de vista cuantitativo, así como cualitativo, México es reconocido por la gran riqueza de vertebrados que posee y por ocupar consistentemente lugares importantes en riqueza de especies a nivel mundial, como es el caso para los reptiles, en donde figura como el segundo lugar mundial, el doceavo en aves, el tercero en mamíferos y el primer lugar en mamíferos marinos (Llorente Bousquets y Ocegueda, 2008). Esta gran diversidad ha hecho que el país sea considerado como megadiverso y la misma es consecuencia de factores que se conjugan, como las características climáticas, topográficas, relativas a la vegetación y la confluencia de dos regiones zoogeográficas, la Neártica y la Neotropical, que han influido fuertemente en el desarrollo de especies endémicas. En México esto se hace más delicado, porque tiene alrededor de 10% de todos los organismos del planeta y un gran número de especies endémicas. Debido a esto es necesario desarrollar estrategias adecuadas para la conservación de su riqueza biológica.

<sup>1</sup> Departamento de Biología, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: jmartin@correo.uaa.mx

La vegetación puede ser considerada como compuesta por todos los tipos diferentes de comunidades de plantas dentro de una región. La vegetación representa el conjunto de especies vegetales cuya fisonomía le imprime al paisaje un aspecto particular (características de las plantas, sus proporciones, disposición espacial y sus relaciones). El presente estudio de la vegetación del bosque de encino de la estación biológica se enfocó a las especies dominantes debido a que éstas ejercen un papel determinante en la estructura de estas comunidades vegetales. En el estado de Aguascalientes se han realizado estudios, especialmente en lo que se refiere a la taxonomía de las especies vegetales de la región. Entre los principales se pueden citar los estudios realizados por Siqueiros (1999), De la Cerda y Siqueiros (1985) y García et al (1999). La vegetación de la EBAZ representa una prolongación de la Sierra Fría.

## METODOLOGÍA

### Localización y descripción de la zona de estudio

La Estación Biológica Agua Zarca (EBAZ) se localiza a 5 km O del poblado Potrero de Los López, San José de Gracia. Se encuentra en las estribaciones de la Sierra de San Blas de Pabellón, está incluida en la región fisiográfica Sierra Madre Occidental, el clima presente en la zona es semicálido semiseco (Bs1 kw), y la vegetación dominante es bosque de encino, matorral y pastizal, con vegetación ribereña en los arroyos que cruzan las zonas de estudio. La orografía de la zona es accidentada y se presentan lomeríos con planicies y cañadas. La localidad se caracteriza por ser una cuenca hidrológica por donde atraviesa el arroyo Agua Zarca que tiene agua continua todo el año, importante para las diversas especies de fauna silvestre. El área de estudio con 254 hectáreas registradas, está localizada en la parte noroccidental del estado de Aguascalientes en el municipio de San José de Gracia, en las inmediaciones del arroyo Agua Zarca (22° 05' 35" N, 102° 33' 17" O).

Se consideró el total de las especies presentes en cada una de las estaciones seleccionadas en la zona para cada grupo en estudio. A lo largo de dos años de investigación (2013-2014) se exploró la zona para obtener una visión de la composición de especies del área en las distintas estaciones del año, secas y húmedas. Se llevaron a cabo colectas de campo en diferentes sitios, posteriormente se procedió a la determinación taxonómica de las especies mediante su identificación por medio de diversas claves (McVaugh, 1984; Siqueiros, 1999; Zavala, 1989, 1995). Las estaciones de muestreo se ubicaron y seleccionaron de tal manera que su distribución cubriera aleatoriamente de manera homogénea toda la superficie de la EBAZ y tratando de abarcar toda el área de la misma, las que fueron muestreadas a lo largo del periodo de estudio; los muestreos se efectuaron por la mañana y se tomaron diversos datos de las localidades, la identificación se efectuó por medio de bibliografía o guías especializadas, o con base en observaciones directas por binoculares, captura mediante trampas Sherman, Havahart, Tomahawk, trampas *pitfall* para musarañas y cámaras-trampa que se ubicaron en diversas zonas como caminos, entrada de madrigueras o entre la vegetación. Otros aspectos indirectos también fueron usados como evidencias indirectas, tales como excretas, huellas, pelo, esqueletos y cráneos (Dunn y Alderfer, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Vegetación

Se realizaron muestreos en todas las épocas para obtener los elementos esenciales que permitan determinar la estructura de la vegetación. Se reporta la existencia de un registro de más de 50 especies de árboles y arbustos en el área. El bosque primario comprende la mayoría del área y está dominado por varias especies de encino pertenecientes a la Familia Fagaceae; las especies de encinos dominantes presentes son *Quercus resinosa*, *Q. potosina*, *Q. eduardii*, *Q. laeta*, *Q. chihuahuensis*, y *Q. rugosa*. Otro elemento importante en la fisonomía del estrato arbóreo son los madroños, *Arbutus* spp., y una especie de pino: *Pinus leiophylla*. En total, el estrato arbóreo está representado por

16 especies. En suma, las especies de árboles y arbustos más representativas en la zona se enlistan a continuación, con la mención en paréntesis de sus nombres comunes.

En el estrato arbóreo-arbustivo, además, de las nueve especies dominantes registradas de encinos, podemos mencionar al pino *Pinus leiophylla*, *Litsea glaucescens* (laurel), *Fraxinus uhdei* (fresno), *Prunus serotina* (capulín), *Ipomea murucoides* (palo bobo). *Acacia farnesiana* (huizache), *Eysenhardtia polystachya* (varaduz o varadulce), *Mimosa aculeaticarpa* y *M. monancistra* (gatuño), y *Loeselia mexicana* (guachichile). Dos especies de arbustos de la Familia Ericaceae, la manzanita o manzanilla, *Arctostaphylos pungens* y el arbusto *Comarostaphylis polifolia*. Dos especies de madroños: *Arbutus glandulosa* y *Arbutus arizonica*, así como el arbusto *Dodonea viscosa* de la Familia Sapindaceae. En resumen, el estrato arbustivo se encuentra conformado por 35 especies de arbustos, destaca la presencia de *Arctostaphylos pungens*, *Comarostaphylis polifolia*, y *Dodonea viscosa*. Las especies más abundantes del estrato herbáceo dan un registro de 169 especies pertenecientes a varias familias de plantas. Muchas de ellas de ocurrencia solo estacional, y con abundancias fluctuantes. Destaca la presencia de especímenes de las familias Poaceae (Gramineae) y Asteraceae (Compositae), por mencionar las más abundantes.

Por lo que respecta a las herbáceas, se encuentran varias especies de compuestas, gramíneas, helechos y cactáceas, entre otras familias; las especies más comunes son: *Senecio* spp., *Muhlenbergia pubescens*, *Muhlenbergia curvula*, *Muhlenbergia virescens*, *Muhlenbergia robusta*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Aristida* spp., *Eupatorium* sp., *Schizachirium* sp., *Stevia viscida*, *Distichlis* sp., *Galium mexicanum*, *Cheilantes* sp., *Mammillaria perezdelarosae*, *Bulbostylis juncooides*, *Carex* sp., *Happlopappus* sp., *Verbesina* sp., y *Buddleia* sp. En ambas épocas del año, como se observa, la cobertura está dominada por los pastos de tres especies, *Piptochaetium fimbriatum* y *Muhlenbergia* spp. incrementando sensiblemente en la temporada húmeda.

### Zooplankton

A pesar de que se muestreó en un arroyo donde la corriente no permite el establecimiento de especies planctónicas estrictas, se encontraron los representantes de los tres grupos: Rotifera, 9 especies; Cladocera, 8; Copepoda, Cyclopoidea, 3 y Harpacticoida 1. Total: 21 especies. El cuerpo de agua bajo estudio, el arroyo que pasa en el área de la estación biológica, lleva una corriente de tal magnitud que no permite que se establezca plancton alguno. Sin embargo, las especies que se encontraron en los dos puntos de muestreo estaban asociadas a la vegetación que estaba en las márgenes del arroyo.

### Insectos

Con respecto al material entomológico procesado a partir de los nueve muestreos realizados en la EBAZ durante el periodo comprendido desde enero de 2013 hasta junio de 2014; se revisaron 279 ejemplares, se identificaron 71 especies distribuidas en 51 familias y 14 órdenes. La mayor riqueza de familias la presentó el orden Coleoptera con 11 familias, seguido de Hemiptera con siete, Lepidoptera con seis, Odonata e Hymenoptera con 5, Orthoptera con 3, Blattodea con 2 y el resto solamente con 1 familia cada uno. Lo anterior tiene cierta concordancia con lo obtenido por Escoto (1991) con respecto a los órdenes Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera en los estudios realizados para el estado de Aguascalientes y en la colección entomológica del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. En lo referente a la riqueza de especies, el orden que presenta el mayor número es Odonata, con 14, seguido de Coleoptera con 13, Lepidoptera que presenta 9, Diptera 8, Hemiptera e Hymenoptera 7 cada uno, Orthoptera 4, Blattodea y Mantodea, 2 cada uno y el resto con solo una especie cada orden.

### Reptiles

De la comparación de la diversidad herpetofaunística y el análisis de afinidades biogeográficas con los listados de otras regiones cercanas (Anderson y Lidicker 1963, McCranie y Wilson 1987, y material no publicado de trabajos

similares realizados por nuestro equipo en varias Sierras de los alrededores), se puede mencionar que la herpetofauna de la EBAZ es un subcomponente de la herpetofauna reportada en la Sierra Fría, lo cual es de esperarse dada la situación geográfica que guarda la EBAZ casi completamente inmersa en esa Sierra. Las especies más frecuentemente encontradas son la lagartija *Sceloporus torquatus*, la rana *Lithobates montezumae*, las serpientes de cascabel *Crotalus lepidus* y *C. molossus*, la tortuga *Kinosternon integrum*, la rana *Hyla arenicolor*, en ese orden de frecuencia. La mayor parte de las especies de anfibios y reptiles guardan afinidades con la herpetofauna de la Sierra Madre Occidental y en menor proporción con fauna asociada a condiciones más húmedas y de menor altura de la cuenca del Río Santiago y el Pacífico Mexicano. Más específicamente, la herpetofauna de la EBAZ es más similar a la de Sierra Fría, luego a la de Sierra del Laurel en el sur de Aguascalientes, a la de Sierra Morones de Zacatecas, a la de Sierra de Monte Escobedo de Zacatecas y a la de Valparaíso de Zacatecas, en ese orden de decreciente similitud.

### **Avifauna**

Se registraron en total 61 especies diferentes de aves, 15 especies migratorias (24.5%) y 46 especies residentes (75.5%), incluidas en 11 órdenes y 29 familias; las familias con mayor riqueza específica fueron Emberizidae con 8 especies y Tyrannidae con 5 especies; siete familias tuvieron tres especies cada una (Accipitridae, Columbidae, Picidae, Falconidae, Troglodytidae, Parulidae y Cardinalidae); se presentó un nuevo registro, la tangara dorsirayada (*Piranga bidentata*).

### **Mastofauna**

Se registraron 22 especies de mamíferos, incluidas en siete órdenes y 12 familias, el orden más abundante fue el de los carnívoros con cuatro familias y nueve especies. Los valores de abundancia por localidad son bajos; sin embargo, muestran el comportamiento de la abundancia en cada especie y en cada localidad. Apreciamos de manera general cómo es la abundancia de la mastofauna en la EBAZ, destacan el ratón de patas blancas (*Peromyscus gratus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), conejo (*Sylvilagus floridanus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como las especies más abundantes.

## **CONCLUSIONES**

### **Vegetación**

De acuerdo a los registros de García et al. (1999) para la flora estatal, la flora de la estación biológica representa aproximadamente 44 % de las familias del estado, 23 % de los géneros y 15 % de las especies vegetales, lo cual nos da idea del alto valor proporcional de la riqueza de especies de este sitio para la biodiversidad estatal, regional, y nacional.

### **Zooplankton**

El cuerpo de agua bajo estudio; es decir, el arroyo que pasa en el área de la estación biológica, lleva una corriente de tal magnitud que no permite que se establezca plancton alguno. Sin embargo, las especies que se encontraron en los dos puntos de muestreo estaban asociadas a la vegetación que estaba en las márgenes del arroyo.

### **Insectos**

Del presente estudio deriva el conocimiento de 71 especies distribuidas en 66 géneros, 51 familias y 14 órdenes. Por su distribución en los diferentes ecosistemas, 50 especies están en el ecosistema terrestre (70.4%), 14 utilizan tanto el ecosistema terrestre como acuático (19.7%) y 7 solamente el acuático (9.8%). Se cuenta con una colección representativa de las especies de Odonata de la Estación Biológica Agua Zarca, San José de Gracia, Aguascalientes.



## Reptiles

Se registran 10 especies de anfibios y 33 reptiles para la EBAZ. Las condiciones de lluvia mejoraron significativamente la posibilidad de encontrar ejemplares en 2014 al compararlas con años previos, y los resultados demuestran la importancia de este factor ambiental en la actividad de anfibios y reptiles. Las especies más frecuentemente encontradas son la lagartija *Sceloporus torquatus*, la rana *Lithobates montezumae*, las serpientes de cascabel *Crotalus lepidus* y *C. molossus*, la tortuga *Kinosternon integrum* y la rana *Hyla arenicolor*, en ese orden de frecuencia.

## Aves y mamíferos

El encino de la EBAZ representa un buen hábitat y tienen una gran influencia en la riqueza específica de aves y mamíferos. Los valores de densidad de las aves estuvieron influenciados especialmente por las especies residentes, la cobertura vegetal y la asociación a áreas ribereñas. Las especies dominantes de aves durante el estudio fueron especialmente residentes. El mayor porcentaje de ocurrencia lo presentaron especies de aves residentes y en mamíferos fueron del orden Carnivora. Tres gremios alimenticios fueron los mejor representados en el estudio, insectívoros, granívoros y carnívoros. Cuatro familias de aves, Tyrannidae, Emberizidae, Accipitridae y Falconidae aportaron el mayor número de especies a los gremios anteriores.

Todos los datos anteriores florísticos y faunísticos del área de la estación biológica EBAZ, de alguna forma, constituyen argumentos biológicos de peso para fundamentar la conservación del sitio. Por ello, podemos afirmar que los bosques de encino representan una de las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en nuestro estado.

## REFERENCIAS

- ANDERSON, J. D. & LIDICKER, W. Z. (1963). A contribution of our knowledge of the Herpetofauna of the Mexican State of Aguascalientes. *Herpetológica*, 19: 40-51.
- DE LA CERDA, L. M. y SIQUEIROS, M. E. (1985). *Estudio Ecológico y Florístico del estado de Aguascalientes*. Programa de Investigaciones Biológicas Centro Básico. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. 69 pp.
- DUNN, J. & ALDERFER, J. (2006). *Field guide to the birds of North America*. US. 503 pp.
- ESCOTO, R. J. (1991). Estudio de la entomofauna del orden Coleoptera en el estado de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 3, 29-30.
- GARCÍA, G. et al. (1999). *Listado florístico del estado de Aguascalientes*. Vol. 1(2). Scientiae Naturae. 51 pp.
- LLORENTE BOUSQUETS, J. y OCEGUEDA, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En *Capital natural de México*. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad (pp. 283-322). México: Conabio.
- McCranie, J. R. & Wilson, L. D. (1987). *The biogeography of the herpetofauna of the pine-oak woodlands of the Sierra Madre Occidental of Mexico*. Milwaukee Publ. Mus. Contrib. Biol. Geol., 72, 1-30.
- McVAUGH, R. (1984). Composite. En W. R. Anderson (Ed.), *Flora Novo-Galiciana, Herbarium*. V. 12. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 1157 p.
- SIQUEIROS, M. E. (1999). *Coníferas de Aguascalientes* (pp. 13-67). México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- ZAVALA, C. F. (1989). *Identificación de encinos de México*. México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. 130 pp.
- ZAVALA, C. F. (1995). *Encinos hidalguenses*. México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. 126 pp.

## DESARROLLO DE UN MÉTODO DOT BLOT PARA DETECTAR ESTREPTOMICINA EN AGUA RESIDUAL

Norma Angélica Chávez Vela<sup>1</sup>, Eva María Salinas Miralles, Juan Jáuregui Rincón, Iliana Ernestina Medina Ramírez, José Luis Moreno Hernández Duque, Ivonne Chaidés Zúñiga, Verónica Moreno Córdova

**Palabras clave:** estreptomicina (STR), DOT BLOT, anticuerpos policlonales.

### INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la tecnología se han producido muchos compuestos químicos sintéticos, lo que ha generado un incremento en el número de contaminantes considerados una potencial amenaza para el ambiente y todo organismo vivo. Hoy día se habla de contaminantes emergentes (CE) que son compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medioambiente ha pasado en gran medida inadvertida, causando problemas ambientales y de riesgo para la salud. Ejemplo de estos son los productos farmacéuticos, del cuidado personal, surfactantes, etc., y una gran variedad de compuestos químicos que alteran las funciones de los seres vivos, representan un riesgo para los ecosistemas y para la salud pública.

Una de las principales fuentes de CE son las aguas residuales que no reciben ningún tratamiento y los fluyentes de plantas tratadoras de aguas, las cuales no están diseñadas para tratar este tipo de sustancia y no está reglamentado por la mayoría de los países. Los fármacos luego de su administración son absorbidos y metabolizados por el organismo y, finalmente excretados, alcanzan a los sistemas acuáticos, aunque en pequeñas cantidades, de forma continua a través de los efluentes de agua residual (Ankley, Brooks, Huggett & Sumpert, 2007). Estos contaminantes se encuentran en bajas concentraciones, no son regulados, pero pueden ser candidatos a regulación futura. Entre los CE de origen farmacéutico se encuentran los antibióticos que debido a los problemas que se presentan para su eliminación, existe un peligro latente en la generación de cepas bacterianas y de diferentes microorganismos resistentes a los antibióticos, que hagan que estos compuestos resulten ineficaces para el fin para el que fueron diseñados, ya que se ha comprobado que no resultan eliminados en las plantas de tratamiento (Tejada, Quiñónez & Peña, 2014). Un antibiótico ampliamente utilizado es la estreptomicina (STR, antibiótico aminoglucósidos), la cual se tiene reportado que causa problemas de ototoxicidad y nefrotoxicidad entre otros, en el humano (Rodríguez Álvarez, 2002).

Por todo lo expuesto hasta ahora, el consumo de antibióticos obliga al control de sus residuos en el medio ambiente, para con esto se implementen adecuados diseños de tratamiento

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Bioquímica, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correo electrónico: nachavez@correo.uaa.mx

de aguas para su eficiente remoción y así se garantice que no exista un riesgo para la salud pública. Esto sólo se puede llevar a cabo si se dispone de técnicas analíticas lo suficientemente sensibles. Una opción a este tipo de metodologías es la basada en interacciones inmunoquímicas. Uno de estos métodos, que ha presentado buenos resultados, así como facilidad de desarrollo y alta sensibilidad de detección, son aquellos basados en interacciones inmunológicas entre anticuerpo dirigidos específicamente contra el fármaco. Este trabajo se enfocó en desarrollar un método inmunoquímico, el DOT BLOT, con anticuerpos policlonales de obtención propia específicos contra la STR, con el fin de detectar este antibiótico en aguas residuales para así tener un sistema de control que permita verificar si hay remoción de ese fármaco en las plantas de tratamiento.

## METODOLOGÍA

**Muestras:** estreptomicina acoplada a hemocianina de lapa californiana (KLH- STR) (Bio-World, Ohio, EE. UU.), sulfato de estreptomicina (Sigma-Aldrich, St Louis, EE. UU.).

**Variables de estudio:** reactividad, sensibilidad, y especificidad del método de análisis para detectar estreptomicina.

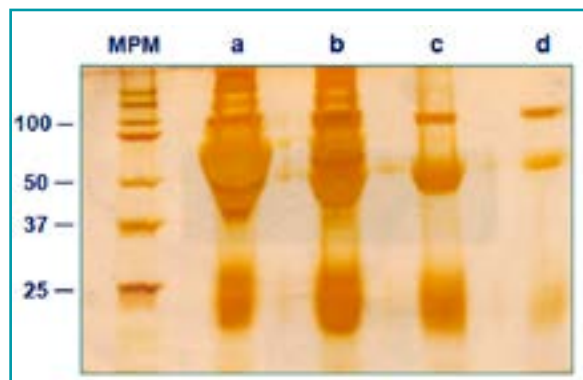
- a) **Obtención de anticuerpos policlonales anti-STR:** se inmunizaron 4 conejos machos, adultos, de la cepa "Nueva Zelanda". Se realizaron cuatro pautas de inmunización, inoculando 1 mg/ml de estreptomicina acoplada a la proteína KLH en cada una y utilizando Adyuvante de Freund como estimulador de la respuesta inmune del animal. La producción de anticuerpos anti-STR se verificó mediante Dot Blots. Los anticuerpos obtenidos se purificaron utilizando: 1º) precipitación con solución saturada de sulfato de amonio, 2º) ácido caprílico y 3º) por inmutafinidad en una columna de cromatografía con STR unida (Holden, Faeste & Egaas, 2005).
- b) **Pureza de anticuerpos policlonales STR:** se verificó la pureza de los anticuerpos mediante análisis electroforético en SDS-PAGE al 10% y tinción con plata, de la cual se esperaba obtener fracciones proteicas de 25 y 50 kDa, que es el pM de los anticuerpos IgG. Para verificar que las fracciones proteicas obtenidas por electroforesis fueran IgG se realizó inmuno blot de estas, donde se utilizaron anticuerpos anti IgG de conejo unido a fosfatasa alcalina ((Sigma-Aldrich, St. Louis, EE. UU.), utilizando como sustrato para la misma el 5-bromo-4-cloro-3-indol fosfato/nitro azul tetrazolio (BCIP/NBT) que da coloración azul o violeta (Sigma- Aldrich, Steinheim, Alemania).
- c) **Reactividad de anticuerpos policlonales anti-STR:** para demostrar la reactividad de los anticuerpos frente a la STR se realizó prueba de DOT BLOT de la STR. Para desarrollar la técnica se emplearon membranas de nitrocelulosa a las que se les puso 2 µl de STR (600 µg/µl) en el centro de la membrana. Como primer anticuerpo se utilizaron los anticuerpos policlonales anti-STR de conejo obtenidos (dilución 1:1000). Como segundo anticuerpo se usó anti-IgG de conejo (dilución 1:5000) unido a fosfatasa alcalina (Sigma-Aldrich).
- d) **Especificidad de anticuerpos policlonales anti-STR:** se realizó DOT BLOT de diferentes antibióticos aminoglucósidos (kanamicina, neomicina y paromomicina), además de la STR. Todas las muestras se prepararon al instante. Asimismo, la concentración de antibiótico a utilizar fue la misma para todas las muestras a probar. Se colocaron dos gotas de 1 µl cada una, con una concentración de antibiótico correspondiente a 600µg/µl. También se realizó DOT BLOT de diferentes fármacos, entre ellos antibióticos no aminoglucósidos (ciprofloxacino, claritromicina, clindamicina/ketoconazol, metisoprinol).
- e) **Sensibilidad:** se determinó la dilución menor de los anticuerpos policlonales anti-STR, capaces de detectar la STR, así como la concentración mínima de STR que es reconocible por los anticuerpos anti-STR. Para esto se realizaron DOT BLOT con diferentes concentraciones de anticuerpos policlonales anti-STR y con diferentes concentraciones de STR.
- f) **Reactividad de los anticuerpos anti-STR en agua residual:** Para esta prueba se utilizó como muestra agua residual obtenida tanto del influente como del efluente de la planta tratadora de aguas residuales ubicada

en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Las condiciones empleadas para la prueba fueron las mismas descritas anteriormente para DOT BLOT. La cantidad de muestra aplicada fue de dos gotas de 1  $\mu$ l por membrana. Asimismo, se analizaron muestras enriquecidas y sin enriquecimiento de STR. Para el enriquecimiento de la muestra de agua residual con STR se adicionó una concentración de 500  $\mu$ g/ $\mu$ l.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

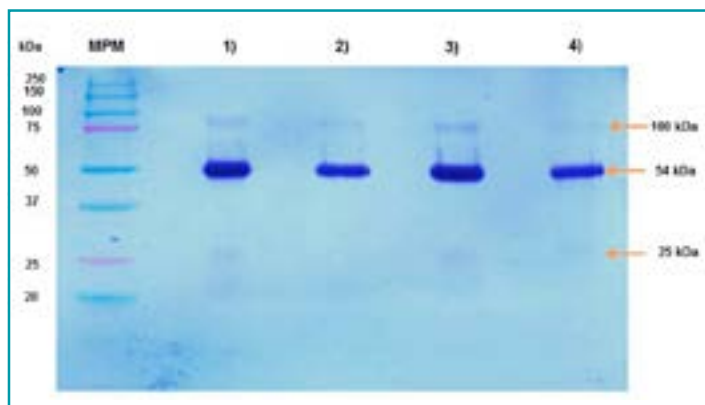
De los dos métodos desarrollados se obtuvieron los siguientes datos:

a) Purificación de anticuerpos policlonales anti.-STR: Como se mencionó con anterioridad, la pureza de los anticuerpos obtenidos se determinó mediante electroforesis, en la que se observó que tras cada uno de los métodos de purificación la concentración de proteínas en las muestras disminuía, así como la presencia de algunas bandas proteicas en el gel desaparecía, lo cual demuestra que las metodologías de purificación aplicadas fueron funcionales para la purificación de la muestra de interés (figura 1).



**Figura 1.** Gel electroforético teñido con plata, se observan las muestras: a) sueros de conejos sin purificar, b) tratamiento por saturación con sulfato de amonio, c) tratamiento por saturación con sulfato de amonio y precipitación con ácido caprílico, d) Anticuerpos purificados mediante columna de inmunoafinidad comercial de inmunoafinidad Hi-Trap NHS activada. El carril MPM es el correspondiente al marcador de peso molecular.

En la electroforesis de la muestra correspondiente al antisuero sin purificar se observó la presencia de bandas proteicas en elevada concentración. Fracciones proteicas que se encontraban en gran concentración (figura 1) disminuyeron su concentración (intensidad de las bandas) tras la precipitación con sulfato de amonio (inciso b). Asimismo, después del tratamiento posterior de la muestra con ácido caprílico (inciso c) y por inmunoafinidad (inciso d), se observó la presencia de únicamente 3 bandas proteicas de interés, con pesos moleculares aproximados de 100 kDa, 54 kDa y 25 kDa. Para corroborar que las fracciones proteicas obtenidas tras el proceso de purificación por inmunoafinidad se trataban de inmunoglobulinas de tipo G se realizó prueba de inmunoblot, utilizando como segundo anticuerpo un anti-IgG de conejo. Se observa en la figura 2 que las tres bandas proteicas que fueron observables en la tinción de los genes electroforéticos, como se observa en la figura 1, reaccionan de manera positiva al segundo anticuerpo utilizado, por lo cual forman parte de la inmunoglobulina G. En la figura 2 se observan las fracciones proteicas obtenidas tras la desnaturalización de las muestras de anticuerpos, siendo que estas tienen un peso molecular aproximado de 100 kDa, 54 kDa, y 25 kDa. En cuanto a la banda de aproximadamente 100 kDa, según pruebas realizadas por Lesmes en el 2011 y utilizando anticuerpos policlonales de conejo del tipo IgG purificados por precipitación previa con sulfato de amonio, se obtuvieron patrones de bandeos similares, y tomando en cuenta que se dio una reacción positiva entre el componente proteico y el anticuerpo anti-IgG, se determina que es parte de la molécula de IgG de conejo obtenida tras las purificaciones.



**Figura 2.** Inmunoblot a las fracciones de anticuerpos por purificación de inmunoafinidad. Se analizaron alícuotas de 20  $\mu$ l y 10  $\mu$ l, respectivamente, de muestra en cada carril, y corresponden a muestras obtenidas por columna Hi-Trap NHS activada.

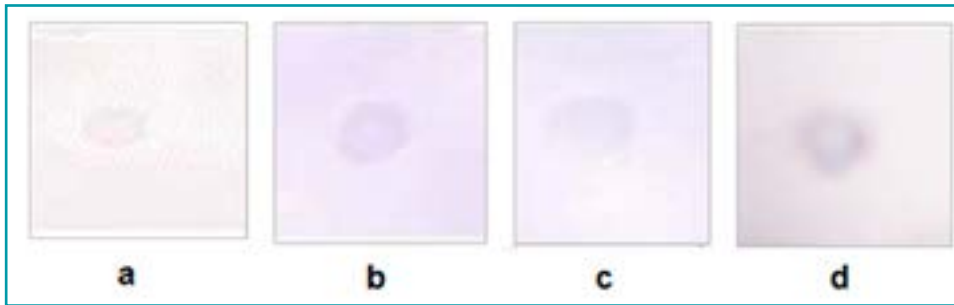
b) Reactividad de anticuerpos policlonales anti-STR: La reactividad de los anticuerpos policlonales anti-STR se probó por DOT BLOT. Para ello, el análisis se realizó en cada etapa de purificación, con la finalidad de corroborar si los tratamientos de purificación a los que fue sometida la muestra de anticuerpos, no afectaban la reactividad de los mismos. Es posible observar en la figura 3 que en todos los pasos de la purificación la reactividad de los anticuerpos ante la STR no se vio afectada.



**Figura 3.** Evaluación de la reactividad de anticuerpos policlonales anti-STR: muestra de 2  $\mu$ l (600  $\mu$ g/ $\mu$ l) de STR en cada membrana: a) anticuerpos sin purificar (dilución 1:50), b) Anticuerpos tras precipitación con sulfato de amonio, c) Anticuerpos tras purificación con sulfato de amonio y ácido caprílico, d) Anticuerpos purificados por inmunoafinidad; todas las muestras fueron incubadas con una dilución 1:1000 del primer anticuerpo y 1:5000 de segundo anticuerpo (anti- IgG de conejo producido en cabra) unido a fosfatasa alcalina.

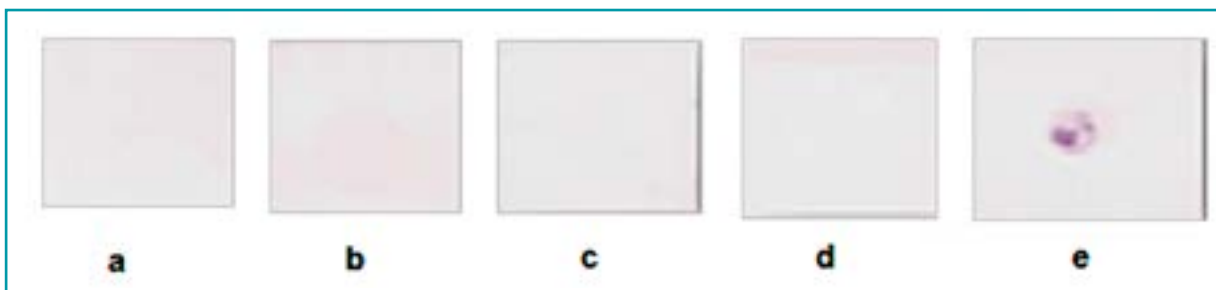
c) Especificidad de anticuerpos policlonales anti-STR: se pudo observar que para el caso de los diferentes antibióticos de tipo aminoglicósidos, hubo una leve reacción positiva al centro de las membranas correspondientes a la neomicina y la kanamicina; sin embargo, la reacción obtenida para el caso de la STR es mayor (figura 4). Cabe señalar que este tipo de compuestos presentan una similitud entre sus estructuras moleculares, lo que explica la reacción positiva por los anticuerpos. Al estar trabajando con anticuerpos policlonales, deben de existir anticuerpos que se generaron contra regiones de las moléculas que son similares en todos los antibióticos probados; esto lejos de presentar un problema acarrea la ventaja de un número mayor de moléculas detectables en aguas residuales. Al ser los anticuerpos capaces de reconocer otros antibióticos de la misma familia la utilización de los mismos en pruebas de detección se amplía a un rango que abarca más moléculas de interés (Bliziotis et al., 2005).

Asimismo, al evaluar la reactividad de los anticuerpos obtenidos contra STR frente a fármacos de diferentes familias no se observó reacción alguna para el caso de las muestras pertenecientes a antibióticos no aminoglicósidos (figura 5) o para el fármaco antiviral.



**Figura 4.** Prueba por DOT BLOT para determinar la especificidad de los anticuerpos anti-STR; para todas las membranas se utilizó la misma concentración del antibiótico correspondiente  $2 \mu\text{l}$  ( $600 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ ); a) paromomicina, b) neomicina, c) kanamicina y d) STR. Dilución 1:1000 del primer anticuerpo y 1:5000 de segundo anticuerpo (anti- IgG de conejo producido en cabra) unido a fosfatasa alcalina.

d) Sensibilidad: se determinó la dilución menor de los anticuerpos policlonales anti-STR capaces de detectar la STR, así como la concentración mínima de STR que es reconocible por los anticuerpos anti-STR. Se obtuvo que la dilución de 1:25,000 (correspondiente a  $3 \text{ ng/ml}$ ), así como la mínima concentración de STR detectable fue de  $25 \mu\text{g}$ .



**Figura 5.** Prueba por DOT BLOT para determinar la especificidad de los anticuerpos anti-STR; para todas las membranas se utilizó la misma concentración del antibiótico correspondiente  $2 \mu\text{l}$  ( $600 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) a) ciprofloxacino (comprimido), b) clindamicina combinada con ketoconazol (óvulo), c) claritromicina (comprimido) , d) metisoprinol (comprimido) y e) STR. Dilución 1:1000 del primer anticuerpo y 1:5000 de segundo anticuerpo (anti-IgG de conejo producido en cabra) unido a fosfatasa alcalina.

e) Reactividad de los anticuerpos anti-STR en agua residual: al no saberse si las diferentes condiciones que presenta el agua (pH variable, temperatura no constante, presencia de materia orgánica, carga de contaminantes químicos diversos, etc.) afectan la reactividad de los anticuerpos anti-STR con esta molécula se decidió realizar una determinación de STR en agua residual y se encontró una reacción positiva de antibióticos aminoglicósidos (figura 6), con una mayor reacción en el influente (figura 6 inciso a). Con los anticuerpos obtenidos, se logró la detección de STR en agua residual adulterada en el laboratorio. Con esto se demostró que las condiciones físicas y químicas no controladas en las que se encuentra el agua no afectan la reactividad de los anticuerpos ante la STR.



**Figura 6.** DOT BLOT para determinar la presencia de STR en agua residual. a) Muestra de agua del influente, b) muestra de agua del efluente, c) muestra de agua del influente enriquecida con STR ( $600 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ ); todas las muestras fueron incubadas con una dilución de 1:1000 del primer anticuerpo y de 1:5000 de segundo anticuerpo.

El uso de anticuerpos policlonales para el inmunoensayo desarrollado presentan la ventaja de que son capaces de detectar diferentes regiones funcionales de un antígeno o molécula, por lo cual si la misma ha sufrido alguna modificación estructural aún es posible que sea detectada alguna región de la misma que no se haya alterado (Holden et al., 2005).

## CONCLUSIONES

Se logró obtener anticuerpos policlonales anti-STR puros, los cuales mostraron una especificidad contra los antibióticos del tipo aminoglucósidos, mayoritariamente la STRP. La dilución mínima de anticuerpos con la cual se pudo detectar la STR fue de 1:25,000. La concentración mínima de STR detectable por los anticuerpos anti-STR fue de 25  $\mu\text{g}$ . Fue posible detectar rastros de antibióticos del tipo aminoglucósidos en el influente y efluente de la planta tratadora de aguas residuales ubicada en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Con el Dot Blot desarrollado se puede tener un sistema de control de la eficiencia de tratamiento en aguas residuales de antibióticos aminoglicosidos como la estreptomina, o bien, con los anticuerpos obtenidos se puede desarrollar un sistema de detección y cuantificación más sensible como sería el sistema ELISA.

## REFERENCIAS

- ANKLEY, G. T., BROOKS, B. W., HUGGETT, D. & SUMPERS, J. (2007). Repeating History: pharmaceuticals in the environment. *Environment Science and Technology*, 41(24): 8211-8217.
- BLIZIOTIS, I., SAMONIS, G., VARDAKAS, K., CHRYSANTHOPOULOU, S. & FALAGAS, M. (2005). Combination therapy versus  $\beta$ -lactam monotherapy on the emergence of antimicrobial resistance: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Clinical Infectious Diseases*, 41(2): 149-158.
- HOLDEN, L., FÆSTE, C. & EGAAS, E. (2005). Quantitative Sandwich ELISA for determination of Lupine (*Lupinus* spp.) in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5866-5871.
- LESMESS, L. (2011). *Evaluación de la respuesta funcional de anticuerpos inducidos por pseudopéptidos y su impacto en el desarrollo de potenciales nuevos medicamentos para la malaria*. Tesis de maestría (pp. 69-80). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, M. (2002). Aminoglucósidos. *Enfermedades infecciosas y microbiología*, 22(1): 20-30.
- TEJADA, C., QUIÑÓNEZ, E. y PEÑA, M. (2014). Contaminantes emergentes en aguas: metabolitos de fármacos. Una revisión. *Revista Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar de Nueva Granada*, 10(1): 80-101.

## ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE GENES QUE INTERVIENEN EN LA SÍNTESIS DE PIGMENTOS EN *Opuntia* spp.

Rosalba Escalera García<sup>1</sup>, Héctor Silos Espino, Silvia Flores Benítez, Juan Florencio Gómez Leyva

**Palabras clave:** *Opuntia* spp., 5-0 glucosiltransferasa y 4-5 extradiol dioxigenasa.

### INTRODUCCIÓN

El nopal, *Opuntia* spp., se encuentra ampliamente distribuido a nivel mundial. Sin embargo, es en México donde se encuentra la mayor diversidad genética siendo reconocido como el centro de origen y dispersión de este género (Bravo, 1978). La riqueza genética que presenta México debe ser considerada como parte de su patrimonio, por lo que se debe dar atención a su conservación, mejoramiento y uso, lo que hace de ella un elemento activo en el desarrollo del país. Debido a esta diversidad y riqueza genética de *Opuntia* spp. en los últimos años se han realizado investigaciones sobre la gran variedad de colores expresados por sus frutos; las betalaínas. El color es un factor que influye bastante en la aceptabilidad de los consumidores, debido a que siempre asocian el color de los alimentos con otras cualidades, tales como la frescura, madurez y seguridad alimenticia. De esta manera, a muchos alimentos procesados se les han añadido colorantes alimenticios para hacerlos más deseables puesto que los alimentos para su industrialización pasan por diversas etapas donde la mayoría se someten a tratamientos térmicos. Los pigmentos cambian de color debido a su inestabilidad o degradación. Por ello, durante muchos años los colorantes artificiales se han venido utilizando para reemplazar a los pigmentos naturales de los alimentos que se descomponen durante su procesado. Sin embargo, recientemente el número de colorantes apropiados para el procesado de alimentos se ha reducido drásticamente, como consecuencia de diversos estudios toxicológicos, en los que se han encontrado problemas de salud derivados del uso de ciertos colorantes artificiales. Las betalaínas dan coloración a diferentes órganos, como flores, frutos, hojas, raíces, donde producen colores rojo, amarillo, naranja, rosa, entre otros. Químicamente son moléculas derivadas del ácido betalámico, solubles en agua y son de dos tipos las betacianinas rojo-purpuras y las betaxantinas amarillos- naranja (Stinzing & Carle, 2004).

La aplicación se da principalmente en el área de los alimentos, pues son sustitutos de colorantes sintéticos y se emplean en la elaboración de gelatinas, confituras, yogur de fresa, helados de cremas, cocteles de frutas y dulces, en donde el más empleado comercialmente es el colorante rojo de remolacha, aceptado por la Comunidad Económica Europea y EE. UU., clasificado con el código E162 según Strack, Vogt y Schliemann (2003). Por ello, en este trabajo se analizó mediante técnicas moleculares la presencia de los genes 5-0 glucosiltransferasa y 4-5

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.  
Correo electrónico: regma3@yahoo.com.mx



dioxigenasa extradiol (Christinet, Burdet, Zaiko, Hinz & Zryd, 2004) que son los responsables de la pigmentación en los frutos la presencia de betalainas en *Opuntia* spp. (Felker et al., 2008).

Para este análisis se utilizó la gran variedad de genotipos de nopal a nivel existentes en las instalaciones del laboratorio de cultivos vegetales del banco de germoplasma de nopal del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes.

## METODOLOGÍA

Los materiales vegetales para esta investigación se tomaron de los genotipos existentes en el banco de germoplasma del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, el cultivo de estos genotipos se realizó para contar con material vegetal suficiente requerido para llevar a cabo las extracciones de ADN. El medio empleado fue un medio MS 50% enriquecido con BAP 0.5  $\mu$ M en un volumen de 800 ml de agua purificada, se añadieron 2.21 g de MS Basal Medium w/Vitamins (PhytoTechnology Lab®), 50 g de sacarosa, 2 g de carbón activado, 56.32  $\mu$ l de BAP (2 g/l) para obtener una concentración final en el medio de 0.5  $\mu$ M, en este punto se ajustó el pH a 5.7. Posteriormente se aforó a 1 l y, por último, se añadieron 7 g de Agar, Plant TC®. Esta mezcla se llevó a una parrilla de temperatura con agitación hasta hervir, lo que evitó el derrame del contenido, la mezcla fue dividida en frascos de 20 ml cada uno, aproximadamente, para la esterilización. Los materiales seleccionados son los mencionados en la tabla 1.

**Tabla 1.** Genotipos de *Opuntia* spp. seleccionados del banco de germoplasma del Instituto Tecnológico

Genotipos de <i>Opuntia</i> spp.	Nombre vulgar	Color del fruto
<i>O. albicarpa</i>	Villanueva	Verde claro
<i>O. albicarpa</i>	Cristalina	Verde claro
<i>O. albicarpa</i>	Blanca Pepina	Verde claro
<i>O. matudae</i>	Xoconostle Blanco	Verde claro
<i>O. albicarpa</i>	Blanca San José	Verde claro
<i>O. ficus-indica</i>	Chicle	Rojo
<i>O. Streptacantha</i>	Cardona	Rojo
<i>O. ficus-indica</i>	Copena V-1	Púrpura
<i>O. ficus-indica</i>	Rojo Vigor	Rojo
<i>O. robusta</i>	Tapón Aguanoso	Púrpura
<i>O. megacantha</i>	Pico Chulo	Anaranjado
<i>O. ficus-indica</i>	Atlixco	Anaranjado
<i>O. albicarpa</i>	Naranjón Legítimo	Amarillo
<i>O. megacantha</i>	Amarilla Montesa	Amarillo
<i>O. megacantha</i>	Rubí Reyna	Anaranjado

Para la extracción de ADN los materiales empleados fueron los siguientes: Buffer CTAB, tubos de microcentrifuga, mortero y pistilo, nitrógeno líquido, microtubos, etanol 70%, cloroformo-alcohol isoamílico 24:1, agarosa, buffer de carga a 6X, TBE 1X, Bromuro de etidio. La calidad del ADN extraído se verificó mediante electroforesis en gel de agarosa al 1% con buffer TBE 1X a un voltaje de 90 V por 1 h, posteriormente se sumergió el gel de agarosa en una solución teñida con Bromuro de etidio (EtBr) a una concentración de 10 mg/ml y revelado mediante un

transiluminador. Para esta investigación los oligonucleótidos empleados para amplificar genes implicados con la pigmentación en *Opuntia* spp. fueron los siguientes: para la enzima 5-0 glucosiltransferasa, a la cual se atribuye ser la responsable de los pigmentos rojos-púrpura se emplearon los oligonucleótidos 5'- GCT GAT ATG TTC TTC AC -3' foward (1678) y 5'- CGAGTCCACCCACAATG -3'revers (1679) y para la enzima 4-5 extradiol dioxigenasa responsable de los pigmentos amarillos-rojos los oligonucleótidos empleados fueron 5'CTGTCTTCATATCTCATGGRACTCCA-3'foward (1680) y 5'CCAGARCCAATGATGAGRACACCTTC-3 revers (1681). Para la amplificación de los genes se realizó una mezcla de reacción de 12.5  $\mu$ L para cada tubo de PCR conteniendo:

Buffer Gotaq 2X	6.25 $\mu$ l
Oligonucleótido 1 (10 $\mu$ M)	0.625 $\mu$ l
Oligonucleótido 2 (10 $\mu$ M)	0.625 $\mu$ l
ADN	1 $\mu$ l
Agua	4 $\mu$ l

Las condiciones de temperatura para las corridas de PCR para los dos pares de oligonucleótidos se sometieron a variaciones de gradientes con el fin de encontrar la temperatura óptima para cada par de oligonucleótidos con gradiente de 10 °C. Estas condiciones se muestran en las tablas 2 y 3.

**Tabla 2.** Condiciones de corrida de PCR con gradientes de temperatura

40 ciclos	Temperatura °C	Tiempo (minutos)
Desnaturalización	94	1
Alineamiento	46 °C con un gradiente de 10 °C	2
Extensión	72	2.5

**Tabla 3.** Condiciones de corrida de PCR

45 ciclos	Temperatura °C	Tiempo (minutos)
Desnaturalización	94	1
Alineamiento	44	2
Extensión	72	2.5

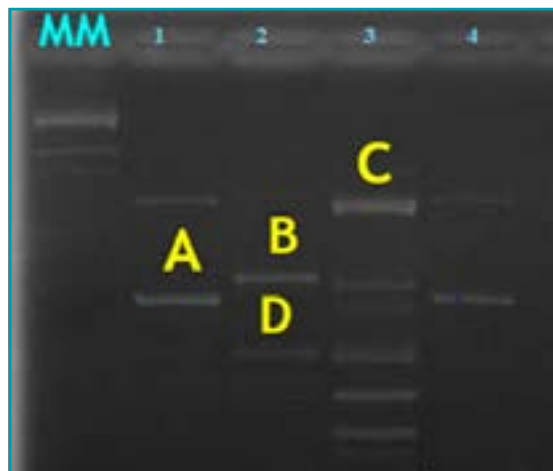
Para la secuenciación de ADN las muestras se mandaron al laboratorio Lanbama del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aislamiento de ADN cactáceo es altamente difícil de llevar a cabo por contener altas cantidades de polisacáridos y metabolitos secundarios, cuya forma insoluble complica la extracción, los polisacáridos son visualmente evidentes por su viscosidad, siendo una textura pegajosa que hace que el DNA sea difícil de manipular y, por tanto, difícil de amplificar en la reacción en cadena de la Taq polimerasa. Sin embargo, se logró extraer ADN de calidad de los 15 genotipos mencionados en la tabla 1.

De acuerdo al perfil de fragmentos amplificados con los oligonucleótidos 1678 y 1679 correspondientes a 5-0 glucosiltransferasa, se decidió mandar a secuenciar las bandas A correspondientes al genotipo Atlixco, B y D Tapón Aguanoso y C al genotipo Cristalina, según lo muestra la figura 1. De las amplificaciones de ADN se

secuenciaron cuatro bandas, de las cuales una de las secuencias obtenidas muestra relación con la familia de las enzimas glucosiltransferasas. Esta banda correspondiente al genotipo Tapón Aguanoso (D).



**Figura 1.** Revelado de PCR donde se muestran las bandas amplificadas con los iniciadores para 5-O glucosiltransferasa correspondientes a los genotipos Atlixco (A), Tapón Aguanoso (B y D) y Cristalina (C).

Resultados de la secuenciación y comparadas con los datos del *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) arrojaron al genotipo Tapón Aguanoso (banda D) con una similaridad en un 71% con la secuencia completa del gen PaGT2 correspondiente a la especie *Phytolacca americana*, al cual se atribuye la glicosilación de la 6- y 7-hidroxiflavona (Iwakari et al., 2013), por lo que se puede inferir en el caso de *Opuntia* spp. que la enzima 5-O glucosiltransferasa puede ser la responsable de la pigmentación en el fruto del nopal, la tuna.

## CONCLUSIÓN

Se logró identificar parcialmente solo una parte de los genes que codifican para los colores rojos; sin embargo, será necesario el análisis exhaustivo de las secuencias obtenidas y el diseño de nuevos oligonucleótidos con secuencias ya conocidas de genes implicados en la síntesis de pigmentos para lograr mejores resultados.

En el perfil de fragmentos para los oligonucleótidos 4,5 extradiol dioxigenasa que rastrean los genes que codifican para los colores amarillos no se encontró variación significativa, ya que el perfil de fragmentos fue igual en todos los genotipos, por lo que se puede concluir que los genes que expresan el color amarillo en los frutos de los nopales se encuentran presentes en toda la variedad de genotipos de *Opuntia* spp.

Debido a que la secuencia 7 presentó similaridad con especies que expresan en su desarrollo betalainas y con especies que expresan antocianinas no es claro en qué momento de la ruta metabólica es donde se expresa la actividad de las enzimas glucosiltransferasa y en específico el de 5-O glucosiltransferasa, ya que es al gen que se le atribuye la pigmentación entre las tonalidades rojo y morado.

## REFERENCIAS

- BRAVO H., H. (1978). *Las cactáceas de México I* (p. 743). México, D. F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CHRISTINET, L., BURDET, F.X., ZAIKO, M., HINZ, U. & ZRYD, J. P. (2004). Characterization and functional identification of a novel plant 4,5-extradiol dioxygenase involved in betalain pigment biosynthesis in *Portulaca grandiflora*. *Plant Physiology*, 134(1): 265-274.
- FELKER, P., STINZING, F. C., LEITENBERGER, M., CARLE, R., VOGT, T. & BRUCH, R. (2008). Colour inheritance in cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits. *Annals of Applied Biology*, 152(3): 307-318.
- IWAKARI, T., MASE, S., MURAKAMI, T., MATSUMOTO, M., HAMADA, H., NAKAYAMA, T. & OZAKI, S. (2013). Glucosylation of hydroxyflavones by glucosyltransferases from *Phytolacca americana*. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 90(June 2013): 61-65.
- STINTZING, F. C. & CARLE, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 15(1): 19-38.
- STRACK, D., VOGT, T. & SCHLIEMANN, W. (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62(3): 247-269.

## IMPORTANCIA DEL HIERRO PARA EL ENRUTAMIENTO DEL METABOLISMO DE *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 HACIA LA PRODUCCIÓN DE BUTANOL

Juan Jáuregui Rincón<sup>1</sup>, Victoria Rosalía Durán Padilla, Norma Angélica Chávez Vela, Gustavo Dávila Vázquez, José Raunel Tinoco Valencia, Leobardo Serrano Carreón

**Palabras clave:** butanol, *Clostridium*, metabolismo.

### INTRODUCCIÓN

El butanol es un alcohol primario constituido por cuatro carbonos, es un líquido incoloro, flamable, con un olor característico, miscible en solventes orgánicos comunes y parcialmente miscible en agua (Lee et al., 2008). Actualmente, es considerado una mejor alternativa que el etanol como biocombustible ya que posee un mayor contenido energético, usabilidad, seguridad y es más fácil de distribuir (Niemistö et al., 2013), además es menos corrosivo y menos soluble en agua que el etanol, siendo un combustible más adecuado para las máquinas de combustión interna utilizadas actualmente en los automóviles (Cooksley et al., 2012; Dong et al., 2012). La producción biológica del butanol ocurre naturalmente en algunas especies de microorganismos, como las bacterias *Butyribacterium methylotrophicum*, *Clostridium butyricum* o la arquea *Hyperthermus butylicus*.

Sin embargo, el género más estudiado es el de *Clostridium*, ya que son capaces de convertir diversas fuentes de carbono, como la glucosa, galactosa, celobiosa, manosa, xilosa y arabinosa, en combustibles y químicos como el butanol, acetona y etanol (Ezeji, Qureshi & Blaschek, 2007). Las cepas más usadas para la fermentación industrial acetona butanol etanol ABE) son *Clostridium acetobutylicum*, *Clostridium beijerinckii*, *Clostridium saccharobutylicum* y *Clostridium saccharobutylicum* (Dong et al., 2012).

Los sustratos convencionales de la fermentación ABE incluyen principalmente almidón y melaza de maíz, trigo y centeno. Con el fin de reducir el costo del producto final (butanol) una variedad de sustratos más baratos se han probado incluyendo: sacarosa (Tashiro & Sonomoto, 2010), biomasa lignocelulósica (Jang, Malaviya, Cgo, Lee & Lee, 2012), residuos domésticos, agrícolas e industriales (Jang et al., 2012; Niemistö et al., 2013), glicerol (Jang et al., 2012; Tashiro & Sonomoto, 2010), biomasa de algas, (Jang et al., 2012), paja de trigo, fibra de maíz, suero de queso (Bahl et al., 1986; Durán Padilla, Dávila Vázquez, Chávez Vela, Tinoco Valencia & Jáuregui Rincón, 2014; Maddox, 1980), entre otros.

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Bioquímica, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correo electrónico: [jjareg@correo.uaa.mx](mailto:jjareg@correo.uaa.mx)

La producción microbiológica de butanol mediante la fermentación ABE está seriamente limitada por los altos costos de sustrato, baja tolerancia a solventes (máximo 20 g/l), crecimiento lento y baja densidad celular viable durante la fase solventogénica (Jang et al., 2012). Estas limitaciones resultan en baja concentración final de butanol, baja productividad, bajo rendimiento y alto costo de recuperación del producto (Tashiro & Sonomoto, 2010). Otro de los problemas observados durante el desarrollo de la fermentación es la desviación de las rutas metabólicas de los microorganismos solventogénicos hacia la generación de productos no deseados, como ácidos orgánicos. Por lo anterior, este trabajo propone el uso del suero de quesería como sustrato fermentable, con la finalidad de aprovechar un desecho de la industria láctea local para generar un producto de valor agregado, enfocando los esfuerzos de la investigación en la evaluación del efecto de la adición de hierro sobre el metabolismo fermentativo y la producción de los solventes deseados empleando a *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 como microorganismo fermentador.

## METODOLOGÍA

Se empleó *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 obtenida de la American Type Culture Collection. La cepa se cultivó anaerómicamente a 37 °C durante 48 h en medio para *Clostridium acetobutylicum* descrito por Atlas (2004). Las fermentaciones fueron efectuadas en suero de leche desproteinizado pH<sub>inicial</sub> 6.5, adicionado con extracto de levadura (5 g/l) y CaCO<sub>3</sub> (18 g/l) (Napoli, Olivieri, Marzochella & Salatino, 2008). Se evaluó la capacidad fermentativa de la cepa bacteriana empleando suero sin adición de hierro, suero adicionado con FeSO<sub>4</sub> (20 mg Fe/l) y suero adicionado con FeCl<sub>3</sub> (20 mg Fe/l). Todas las fermentaciones se efectuaron por lote a 37 °C/7 d en agitación orbital a 125 r.p.m., bajo condiciones anaeróbicas. La producción de solventes y ácidos se analizó en cromatógrafo de gases HP 6890 series equipado con un detector de ionización en flama y columna capilar HP-Innowax 19091N-133 de 30 m de longitud, 0.25 mm de diámetro y una película de 0.25 μm (Agilent J&W GC Columns®). Para el análisis de datos se desarrollaron ANOVA y pruebas de rangos múltiples en STATGRAPHICS Centurión XVI®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras 7 días (168 h) de fermentación por lote se registraron las concentraciones de productos en las fermentaciones, se cuantificaron los solventes totales producidos, se determinó el consumo de lactosa y se calcularon rendimientos y proporciones de solventes obtenidos bajo cada una de las condiciones probadas (Tabla 1). El ANOVA univariado para la producción de butanol, el principal solvente, indicó diferencia estadísticamente significativa para la producción de biobutanol entre las tres condiciones estudiadas ( $p < 0.001$ ). El ANOVA univariado para la producción de solventes totales indicó diferencia estadísticamente significativa entre las fermentaciones adicionadas con hierro y las no adicionadas ( $p < 0.005$ ).

**Tabla 1.** Desempeño fermentativo de ATCC 824 en suero de quesería suplementado con extracto de levadura, carbonato de calcio y hierro a 168 h

Producto	Grupo 0	Grupo FeSO <sub>4</sub>	Grupo FeCl <sub>3</sub>
Acetato (g/l)	2.61 ± 0.34	0.972 ± 0.08	1.44 ± 0.28
Butirato (g/l)	1.70 ± 0.53	0.650 ± 0.12	1.27 ± 0.35
Lactato (g/l)	5.49 ± 0.69	No detectado	No detectado
Acetona (g/l)	0.04 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Butanol (g/l)	0.06 ± 0.10	7.13 ± 1.53	4.32 ± 0.94
Etanol (g/l)	1.20 ± 0.10	5.11 ± 1.65	3.46 ± 1.37
Solventes totales (g/l)	1.30 ± 0.21	12.24 ± 3.18	7.78 ± 2.30
Consumo de lactosa (%)	56.24 ± 0.65	52.28 ± 0.62	53.80 ± 0.60
Rendimiento (g <sub>p</sub> /g <sub>s</sub> )	0.04 ± 0.01	0.42 ± 0.10	0.25 ± 0.07
Proporción A:B:E	0.31:0.46:9.23	0.0:5.87:4.13	0.0:5.61:4.39

Las fermentaciones empleando suero de quesería suplementados con hierro ( $\text{FeSO}_4$  y  $\text{FeCl}_3$ ) mostraron el comportamiento de dos etapas de fermentación, típico de la fermentación ABE. En la primera etapa, que dura aproximadamente 48 h, se da el consumo de la lactosa y los ácidos acético y butírico se producen reduciendo el pH del medio de cultivo hasta que se vuelve sustancialmente constante alrededor de un valor de 5. Entre las 48 y 60 h de fermentación comienza la segunda etapa, caracterizada por la disminución del consumo de lactosa y la promoción de reasimilación de ácidos en los solventes deseados: acetona, butanol y etanol, hasta alcanzar una concentración máxima de solventes después de 168 h de fermentación.

Por otra parte, las fermentaciones efectuadas en suero de quesería que no ha sido correctamente suplementado no muestran el comportamiento de dos fases típico de la fermentación ABE. Tiene lugar el consumo de lactosa pero generan cantidades de ácido acético y butírico notablemente bajas, en cambio, se producen cantidades sustanciales de ácido láctico. No tiene lugar la re-asimilación de ácidos, pero se registra producción de etanol.

Estudios previos caracterizan al permeado de suero de quesería como un sustrato que puede ser utilizado para la fermentación ABE. Se ha estudiado el efecto específico de la administración de suplementos nutricionales o limitación de la actividad fermentativa de clostridios, incluyendo: hierro (Bahl et al., 1986; Peguin y Soucaille, 1995), fosfato (Bahl et al., 1986), CO, sustitutos de ferredoxina (Peguín y Soucaille, 1995), flavonoides, reducción de cofactores (Li, Yan & He, 2014), entre otros. Sin embargo, las condiciones de fermentación y los requisitos nutricionales para el óptimo uso de suero de quesería no han sido completamente aclarados y se requería de un trabajo más amplio. Este estudio evaluó la adecuación del uso de suero de queso como caldo de fermentación para la producción de ABE haciendo hincapié en cubrir las necesidades nutricionales de *Clostridium acetobutylicum*, especialmente la administración de suplementos de hierro, para el enrutamiento metabolismo hacia la producción de los solventes deseados.

*Clostridium acetobutylicum* tiene la capacidad de descomponer la lactosa hidrolizándola en glucosa y galactosa que después se metaboliza por la vía Embden Meyerhof (EMP) para generar piruvato, entonces el piruvato tiene que ser oxidado para producir acetil CoA que desempeña un papel central en el metabolismo de *Clostridium acetobutylicum* ya que sirve como un precursor para la generación de todos los productos deseados. La oxidación de piruvato se produce en una reacción que está acoplada a la reducción de ferredoxina, utilizando hidrógeno como aceptor final de electrones. Se requiere de hierro suficiente para producir suficiente ferredoxina para completar esta oxidación (Lee et al., 2008). En un entorno deficiente de hierro la formación de hidrógeno molecular no tiene lugar y el metabolismo cambia de piruvato a lactato en lugar de producir acetil CoA (Gheshlaghi, Scharer, Moo Young & Chou, 2009). Bahl et al. (1986) indican que limitando la cantidad de hierro en el caldo de cultivo se ayuda a aumentar la proporción de butanol/acetona producida (de 2:1 a 8:1); los iones ferrosos permitieron que el efecto fuera más drástico.

Sin embargo, en condiciones de hierro-limitado el lactato se convierte en el principal producto, en lugar de producir acetato y butirato, afectando negativamente a la concentración final, el rendimiento y la productividad del butanol. Aumentar la proporción butanol/acetona podría facilitar los procesos de recuperación y purificación del producto, pero por la disminución de la cantidad de butanol producido la limitación del hierro resulta contraproducente. Por otra parte, Peguin y Soucaille (1995) sugieren limitar el hierro disponible en caldos de cultivo a base de glucosa, utilizando *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824, ayuda a modular los flujos de carbono y electrones. Para obtener resultados deseables de fermentación un compuesto (viológeno de metilo) que reemplaza las funciones de ferredoxina debe ser proporcionada a los medios de cultivo, debido a la ferredoxina no podía ser sintetizada correctamente debido a la deficiencia de hierro.

Al limitar la cantidad de hierro presente la actividad de la deshidrogenasa se afecta limitando la conversión de acetyl-CoA en  $\beta$ -hidroxiacetato. Estos autores reportaron que el viológeno de metilo es un mejor sustrato para la ferredoxina-NAD (P) + reductasa que incluso la propia ferredoxina, ya que crea una cadena de transporte de electrones artificial. Ambos efectos: reducción de la actividad deshidrogenasa y aumentan ferredoxina-NAD (P) + reductasa hacen posible obtener mayores rendimientos de butanol que los obtenidos con la fermentación normal ABE, alcanzando una concentración máxima butanol 13 g/l. Sin embargo, la adición de viológeno de metilo causa un alargamiento de la fase lag de crecimiento lo que afecta directamente la productividad de la fermentación. Aumentar la producción de alcoholes mediante la limitación de hierro puede sonar favorable, pero, el tener la necesidad de complementar compuestos que pueden servir como aceptores de electrones para evitar la formación de lactato puede ser más costoso para el proceso y más problemático para la recuperación de productos.

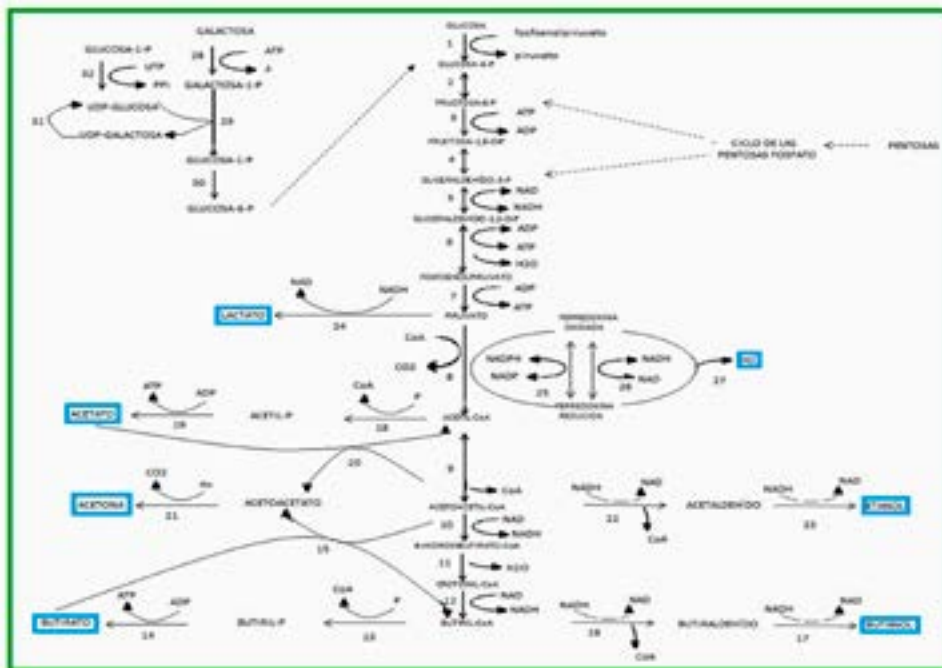


Figura 1. Vías fermentativas de *C. acetobutylicum*. Modificado de Gheshlaghi et al. (2009) y Lee et al. (2008).

En el presente trabajo se demostró que adicionando cantidades adecuadas de hierro (20 mg/l) se pueden lograr mejoras en la producción de butanol favoreciendo el comportamiento normal deseado de las vías fermentativas de *Clostridium acetobutylicum*. Los resultados muestran que el suero complementado adecuadamente, puede servir como un buen sustrato para la fermentación ABE. El suero de queso es un sustrato de bajo costo disponible y ampliamente producido que requiere poco tratamiento previo para servir como sustrato de fermentación por lo que es más barato que otros sustratos utilizados como los materiales lignocelulósicos, la biomasa de algas o diferentes residuos industriales y domésticos. Además la lactosa presente en el suero de quesería tiende a favorecer la producción de butanol sobre acetona; una mejora de las condiciones de fermentación para utilizar plenamente la lactosa en el suero de leche podría llevar a la fermentación ABE a la competitividad económica.

## CONCLUSIONES

*Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 tiene la capacidad de asimilar los azúcares presentes en el suero de quesería y metabolizarlos para generar acetona, etanol y butanol a concentraciones de hasta  $12.24 \pm 3.18$  g/l para solventes totales, de los cuales  $7.13 \pm 1.53$  g/l corresponden al butanol. El suero de quesería es un sustrato viable para la fermentación ABE, siempre y cuando sea adecuadamente preparado y suplementado. La adición de una fuente de



hierro es estrictamente necesaria para el suero sea un sustrato viable ya que la falta de éste impide la síntesis de ferredoxina y restringe la actividad de la ferredoxina-piruvato oxidorreductasa, lo que conduce a la producción de ácido láctico en lugar de los deseados solventes ABE. La adición de una fuente de hierro acompañada con azufre ( $\text{FeSO}_4$ ) mejora la producción de butanol en un 65% en comparación con lo obtenido al emplear una fuente de hierro con distinto estado de oxidación y sin azufre ( $\text{FeCl}_3$ ) bajo las mismas condiciones de fermentación. Adicionalmente emplear suero de quesería favorece el incremento en la producción de butanol sobre la acetona, lo que se refleja en un mayor rendimiento del producto.

## REFERENCIAS

- ATLAS, R. M. (2004). *Handbook of Microbiological Media*. 3<sup>rd</sup> ed. US: CRC Press.
- BAHL, H., GOTTWALD, M., KUHN, A., RALE, V., ANDERSCH, W. & GOTTSCHALK, G. (1986). Nutritional Factors Affecting the Ratio of Solvents Produced by *Clostridium acetobutylicum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 52(1): 169-172.
- COOKSLEY, C. M., ZHANG, Y., WANG, H., REDL, S., WINZER, K. & MINTON, N. P. (2012). Targeted mutagenesis of the *Clostridium acetobutylicum* acetone-butanol-ethanol fermentation pathway. *Metabolic Engineering*, 14(6): 630-641.
- DONG, H., TAO, W., DAI, Z., YANG, L., GONG, F., ZHANG, Y. & LI, Y. (2012). Biobutanol Advances in Biochemical Engineering Biotechnology, 128, 85-100.
- DURÁN PADILLA, V. R., DÁVILA VAZQUEZ, G., CHÁVEZ VELA, N. A., TINOCO VALENCIA, J. R. & JÁUREGUI RINCÓN, J. (2014). Iron effect on the fermentative metabolism of *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 using cheese whey as substrate. *Biofuel Research Journal*, 1(4): 129-133.
- Ezeji, T. C., Qureshi, N. & Blaschek, H. P. (2007). Bioproduction of butanol from biomass: from genes to bioreactors. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(3): 220-227.
- GHESHLAGHI, R., SCHARER, J. M., MOO-YOUNG, M. & CHOU, C. P. (2009). Metabolic pathways of clostridia for producing butanol. *Biotechnology Advances*, 27(6): 764-781.
- JANG, Y. S., MALAVIYA, A., CHO, C., LEE, J. & LEE, S. Y. (2012). Butanol production from renewable biomass by clostridia. *Bioresource Technology*, 123, 653-663.
- LEE, S. Y., PARK, J. H., JANG, S. H., NIELSEN, L. K., KIM, J. & JUNG, K. S. (2008). Fermentative butanol production by clostridia. *Biotechnology and Bioengineering*, 101(2): 209-228.
- LI, T., YAN, Y. & HE, J. (2014). Reducing cofactors contribute to the increase of butanol production by a wild-type *Clostridium* sp. strain BOH3. *Bioresource Technology*, 155, 220-228.
- MADDOX, I. S. (1980). Production of n-butanol from whey filtrate using *Clostridium acetobutylicum* N.C.I.B. 2951. *Biotechnology Letters*, 2(11): 493-498.
- NAPOLI, F., OLIVIERI, G., MARZOCHELLA, A. & SALATINO, P. (2008). Assessment of Kinetics for Butanol Production by *Clostridium acetobutylicum*. Paper presented at the Industrial Biotechnology International Conference, Italy.
- NIEMISTÖ, J., SAAVALAINEN, P., ISOMÄKI, R., KOLLI, T., HUUHTANEN, M. & KEISKI, R. L. (2013). Biobutanol Production from Biomass. In V. K. Gupta y M. G. Tuohy (Eds.), *Biofuel Technologies* (pp. 443-470). Berlin Heidelberg, Germany: Springer.
- PEGUIN, S. & SOUCAILLE, P. (1995). Modulation of Carbon and Electron Flow in *Clostridium acetobutylicum* by Iron Limitation and Methyl Viologen Addition. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(1): 403-405.
- TASHIRO, Y. & SONOMOTO, K. (2010). Advances in butanol production by clostridia. In A. Méndez Vilas (Ed.), *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Technology*. Vol 2 (pp. 1383-1394). Badajoz, Spain: Formatex Research Center.

## PLANTAS SILVESTRES CON POTENCIAL PARA TOLERAR Y ACUMULAR As Y Pb EN JALES DE MINA EN SOMBRERETE, ZACATECAS

Rosa Puente Cuevas<sup>1</sup>, Luz Adriana Segura Camargo, Héctor René Vega Carrillo, David Enríquez Enríquez, Miguel Ángel Salas Luévano

**Palabras clave:** fitorremediación, concentración, arsénico, plomo.

### INTRODUCCIÓN

Zacatecas durante 2014 ocupó el primer lugar en la extracción, beneficio y producción de oro, plata, plomo y zinc; además logró sobresalir en el segundo sitio en cobre (INEGI, 2015). Consecuentemente, las actividades minerometalúrgicas han generado cientos de miles de toneladas de residuos sólidos y semisólidos granulares, dispuestos alrededor de áreas urbanas, rurales y cercanas a las zonas agrícolas (Vite, Soto, Vite, Aguilar & Susarrey, 2007). Los elementos potencialmente tóxicos se diseminaron a los ecosistemas (Armienta, Rodríguez & Cruz, 1997). De esta manera, el legado de la minería moderna ha reducido a paisajes desprovistos de vida, con impactos que se magnifican cuando los residuos acumulados pueden causar graves riesgos a los humanos (Querol et al., 2006).

Una técnica para evitar o reducir la dispersión de los metales pesados (MP) es el establecimiento de una cubierta vegetal (Peuke & Rennenberg, 2005). La revegetación se considera una opción adecuada y sostenible para lograr la mejora y recuperación a largo plazo de los sitios contaminados (Tordoff, Baker & Willis, 2000). Sin embargo, pocas especies están adaptadas a las condiciones edáficas extremas de los jales; no obstante, tales especies, pueden tener potencial para los propósitos de fitorremediación (Barrutia et al., 2011). Las principales estrategias de fitorremediación son la acumulación y la estabilización de MP (Salt, Smith & Raskin, 1998). El éxito del establecimiento de la vegetación y la revegetación de los residuos mineros requiere de especies de plantas tolerantes y completamente adaptadas, para colonizar espontáneamente estos ambientes contaminados (Conesa, Robinson, Schulin & Nowack, 2007). El objetivo del presente estudio fue para identificar las especies de plantas silvestres con potencial para fitorremediación de As y Pb que crecen en residuos mineros en Sombrerete, Zacatecas.

### METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en dos jales con áreas extensas desprovistas de tierra vegetal y con escasa vegetación en una mina del antiguo y rico pueblo minero de Sombrerete, Zacatecas.

<sup>1</sup> Academia de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente.  
Correo electrónico: rosa\_puente4@hotmail.com

El plan de muestreo se desarrolló conforme a la norma oficial mexicana: NMX-AA-132-SCFI-2006. Los parámetros fisicoquímicos de los suelos se efectuaron de acuerdo a National Soil Survey Handbook del USDA (2015). Las plantas y los suelos fueron tratados en un digestor de microondas. La concentración total de As se determinó por ICP-AES y la del Pb por espectrómetro de absorción atómica de flama conforme a la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. El control de calidad fue determinado mediante estándares de referencia certificados. La identificación de las plantas recolectadas se realizó mediante claves botánicas (Calderón De Rzedowski & Rzedowski, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros fisicoquímicos de los jales

En los sitios de disposición de relaves, el tamaño del grano en ambos jales fue fino-medio y de color gris claro. El promedio del pH del substrato fue 6.3, mientras que los valores del pH de las muestras de los suelos rizosféricos fueron similares con un promedio de 5.9, siendo clasificados ligeramente ácido y moderadamente ácido, respectivamente. La conductividad eléctrica del jale 1 fue 2.02 dS m<sup>-1</sup> y en el jale 2 fue 1.85 dS m<sup>-1</sup>. En tanto que el porcentaje del contenido de materia orgánica en ambos jales fue 0.96. En cuanto a la textura del substrato rizosférico, la partícula predominante fue arena con 76.54%, limo 13.64% y arcilla 9.82% (USDA, 2015).

Por otro lado, el contenido de los MP en las muestras del substrato rizosférico se indica en la tabla 1. El análisis indica que fueron altamente variables, probablemente debido a la naturaleza de las operaciones mineras (Barrutia et al., 2011). También, en ambos jales, el As presentó la mayor concentración 2004 y 1101 mg/kg, respectivamente, mientras que en Pb fueron 132 y 113 mg/kg, respectivamente. Respecto a la toxicidad, este estudio demuestra que ambos MP presentan riesgos potenciales, en particular el As como elemento tóxico y por el mayor contenido en los jales. Asimismo, de acuerdo con la legislación canadiense (Flores & Albert, 2004) y diversas agencias europeas (Conesa, Faz & Arnaldos, 2006), ambos metales exceden los valores para sitios residenciales. También fueron superiores al límite de referencia establecida en México para los suelos industriales (NOM-147-SEMARNAT/SSA1 2004). Lo anterior representa graves riesgos para la población de la comunidad que vive alrededor de dichos jales y en particular por carecer de cubierta de tierra y de vegetación reforestada (Peuke & Rennenberg, 2005). Esto principalmente en los meses secos y periodos de vientos, cuando el polvo de los residuos mineros se diseminan y pueden ser transferidos a la cadena alimentaria. Además, porque es común que personas (adultos y niños) a diario realizan ejercicio dentro de dichos jales, estando biodisponibles los elementos tóxicos a través del contacto, la inhalación e ingestión (Mielke & Regan, 1998). La acumulación histórica de los MP puede representar un riesgo para estas personas que viven alrededor de las zonas mineras, especialmente para los niños que merecen una atención especial debido a su mayor susceptibilidad a los efectos agudos y crónicos de riesgos ambientales (Wild & Kleinjans, 2003).

### Composición botánica de los jales mineros en Sombrerete, Zacatecas

La vegetación asociada en los jales que fue identificada comprendió 10 especies de plantas (tabla 1), pertenecientes a seis familias botánicas. La familia Asteraceae fue la que registró la mayor diversidad de especies (cinco). Asteraceae se encuentra entre la flora más rica de las regiones áridas y semiáridas del país (Villaseñor, 1993) y cuenta con el mayor número de especies en la flora vascular del desierto de Chihuahua. También entre la flora de Zacatecas, incluye 456 especies de Asteraceae (Balleza & Villaseñor, 2011). Esto podría indicar que las especies de las Asteraceae del norte de México, son más tolerantes a los MP en los suelos. Sin embargo, la tolerancia de los MP depende en gran medida de diversas adaptaciones biológicas, químicas y fisiológicas en los sitios contaminados (Leung, Ye & Wong, 2007).

En la presa del jale 1 fueron registradas cuatro especies: *Asphodelus fistulosus* L. (cebollín), *Baccharis neglecta* (Ruiz & Pav.) Britton (jarilla), *Brickellia veronicifolia* B. L. Rob. (Kunt) A. Gray (Peiston) y *Purshia mexicana* (D. Don) Henrickson (chivatillo). En la del jale 2 se encontraron seis especies: *Baccharis neglecta*, *Brickellia secundiflora* (Lag.)

A. Gray (jara blanca), *Buddleja cordata* Kunt (tepozán blanco), *Gymnosperma glutinosum* (tatalencho), *Pennisetum villosum* R. Br. ex Fresen (zacate plumoso) y *Viguiera cordifolia* A. Gray (capitaneja). Únicamente una especie (*B. neglecta*) fue encontrada en ambos jales. El estrato arbustivo fue el más diverso con un total de siete especies que representan 77.8%; 1 herbácea y 1 árbol que comprenden 11.1%, respectivamente. Esta vegetación típica de matorral xerófilo fue encontrada dentro de los márgenes de los jales y bajo las condiciones siguientes: drenaje de mina ácido en proceso, áreas extensas desprovistas de tierra vegetal, suelo, agua y vegetación, significativamente escasa. Las plantas son tolerantes debido a la capacidad de crecer y desarrollarse en ambientes con concentraciones elevadas de elementos potencialmente tóxicos. Posiblemente, la forma de tolerancia también se debe a los mecanismos externos por los hongos micorrizógenos (Hall, 2002).

**Tabla 1.** Concentraciones de As y Pb en suelo y plantas que crecen en los jales de una mina de Sombrerete, Zacatecas

Jale	Familia	Nombre científico	Forma de vida	Niveles de As (mg/kg)		Niveles de Pb (mg/kg)	
				B	S	B	S
1	Asphodelaceae	<i>A. fistulosus</i>	Her	447	2004	4.7	132
	Asteraceae	<i>B. neglecta</i>	Arb	6.0		1.0	
		<i>B. veronicifolia</i>	Arb	91		2.3	
	Rosaceae	<i>P. mexicana</i>	Arb	268		4.1	
2	Asteraceae	<i>B. neglecta</i>	Arb	110	1101	1.0	113
		<i>B. secundiflora</i>	Arb	84		3.1	
		<i>G. glutinosum</i>	Arb	83		3.7	
		<i>V. cordifolia</i>	Arb	11		1.0	
	Poaceae	<i>P. villosum</i>	Arb	342		2.9	
	Scrophulariaceae	<i>B. cordata</i>	Árb	73		6.3	

Abreviaturas: S= suelo; B= brotes; Her= herbácea; Arb= arbusto; Árb= árbol.

### Concentraciones de As y Pb en las plantas silvestres de los jales

Con respecto a la concentración de los MP en las plantas, el promedio para el As acumulado en los brotes fue de 141.5 mg/kg, con una máxima de 447  $\mu\text{g/g}$  (*A. fistulosus*) y la mínima de 6  $\mu\text{g/g}$  (*B. neglecta*), ambas especies en el jale 1; mientras que la concentración promedio de Pb fue de 3.0  $\mu\text{g/g}$ , con una máxima de 6.3  $\mu\text{g/g}$  (*B. cordata*) y mínima fue 1.0 (*B. neglecta* y *V. cordifolia*), reportadas para el jale 2. Ello posiblemente debido a la alta concentración de As registrada, el bajo contenido de materia orgánica y nutrientes, así como la baja capacidad de retención de agua (Vangronsveld et al., 2009). Las plantas silvestres están adaptadas, sobreviven y se reproducen en las condiciones extremas del sustrato de los jales, de esta manera, nuestros resultados coinciden con los reportados por Baker (1987). Sin embargo, en ninguna de las especies el As y Pb mostraron concentraciones mayores que 1000 mg/kg en los brotes (Baker & Brooks, 1989) y el factor de bioconcentración (la relación de la concentración de metal en la planta y el suelo) no fue mayor que 1.0 (Brooks, 1998). De acuerdo a estos criterios ninguna de las plantas fue hiperacumuladora.

Sin embargo, estas plantas tolerantes que crecen en suelos mineros con estrategia de exclusión, que acumulan bajas concentraciones y sobreviven en altas concentraciones en los suelos contaminados son la base para la fitoestabilización y pueden ser utilizadas en desechos de minas (Tordoff et al., 2012). Además, estas plantas pueden transformar los metales en menos tóxicos o inmovilizarlos sin ser extraídos del suelo (Chaney et al., 1997) a través de la absorción y la acumulación por las raíces, la adsorción en las raíces o la precipitación dentro de la rizosfera (Wong, 2003).

Por otro lado, algunas de estas plantas han sido reportadas en diferentes regiones áridas y semiáridas del norte de México: *A. fistulosus* y *B. veronicifolia* (Carrillo & González, 2006; Franco Hernández, Vásquez Murrieta, Patiño Siciliano & Dendooven, 2010), *B. veronicifolia* y *B. neglecta* (Flores Tavizón, Alarcón Herrera, González Elizondo & Olguín, 2003), *B. veronicifolia* (Sánchez López, González Chávez, Carrillo González, Vangronsveld & Díaz Garduño, 2015), *P. villosum* (Salas Luévano, Manzanares Acuña, Letechipía De León & Vega Carrillo, 2009), *B. cordata* (Ortega Larrocea et al., 2010). Las concentraciones reportadas en los brotes, el factor de bioconcentración y los MP son variables, aunque la presencia de estas en diferentes sitios mineros, sugiere que poseen una alta tolerancia y adaptación a las condiciones extremas que prevalentes en los sitios de dichas regiones (Sánchez López et al., 2015).

Con respecto a las plantas silvestres que muestran valores máximos de arsénico en sus brotes, *A. fistulosus* es una herbácea perenne, exótica naturalizada que bajo condiciones normales mide 65 cm de alto y es común en regiones de matorral xerófilo. Tolerante a la sequía, áreas perturbadas y suelos moderadamente ácidos (Calderón De Rzedowski & Rzedowski, 2001). En San Luis Potosí un estudio realizado en antiguos jales fuertemente contaminados, *A. fistulosus* concentró 10.4 y 0.3 mg/kg de As y Pb, respectivamente, fue reportada como excluidora (Franco Hernández et al., 2010). Asimismo, Carrillo & González (2006) en los alrededores de un jale de Noria de Ángeles, Zac., *A. fistulosus* registró una concentración de 430 mg/kg en Pb. Con base en este resultado que coincide con el encontrado en el presente estudio (447 mg/kg), también es considerada como excluidora de As. En el presente estudio registró una altura de 55 cm.

*P. villosum* es un zacate exótico invasivo, introducido y naturalizado en expansión, bajo condiciones normales mide entre 15 a 50 cm de altura, soporta un amplio rango de condiciones ambientales, capaz de tolerar condiciones desfavorables y de modificar las condiciones ecológicas de los lugares que coloniza, incluso suelos poco fértiles (Calderón De Rzedowski & Rzedowski, 2001; Del Toro, 2007). En este trabajo la especie registró una concentración de 342 mg/kg de As en los brotes y presentó una altura de 50 cm. En Zacatecas, este zacate presenta acelerada distribución y ha sido observado con relativa abundancia en algunos jales y minas abandonadas, incluso es común en las serranías de la parte centro-norte de la entidad y prolífero en áreas urbanas. Posiblemente, este arbusto por su tolerancia a estrés ambiental puede tener potencial como estabilizadora de MP.

*Purshia mexicana*, un arbusto (o a veces árbol pequeño) perennifolio de 1 a 4(5) m de alto, de relativa abundancia en las regiones templadas donde habitan encinares y algunos matorrales xerófilos (Rzedowski & Calderón De Rzedowski, 2005). En este estudio la especie registró una concentración de 268 mg/kg de As en las partes aéreas y presentó una altura de 1.15 m. Posiblemente, este es el primer reporte sobre *Purshia mexicana* como planta excluidora de arsénico en jales de una región semiárida de México. En términos generales, las especies de plantas silvestre registradas muestran adaptabilidad a situaciones de estrés múltiple y pueden ser de gran interés para la utilización en la revegetación de suelos contaminados (Bech, Poschenrieder, Barceló & Lansac, 2002).

## CONCLUSIONES

El presente estudio ha demostrado que las plantas silvestres encontradas en los jales, al igual que en diferentes regiones áridas y semiáridas de México, son potencialmente tolerantes a los MP (As y Pb), porque fueron capaces de crecer en los substratos altamente contaminados. Además, el análisis de los metales en las plantas reveló que la mayoría de las especies no translocaron As y Pb en sus brotes, por tanto, son consideradas como excluidoras. Asimismo, los arbustos *Asphodelus fistulosus* y *Purshia mexicana*, además de ser vegetación de comportamiento excluidor, pueden ser consideradas como especies con potencial para tecnologías de fitoestabilización de metales pesados en zonas áridas y semiáridas de México.

## REFERENCIAS

- ARMIENTA, M. R., RODRÍGUEZ, R. & CRUZ, O. (1997). Arsenic content in hair of people exposed to natural arsenic polluted groundwater at Zimapan, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 59(4): 583-589.
- BAKER, A. J. M. (1987). Metal tolerance. *New Phytologist*, 106(1): 93-111.
- BAKER, A. J. M. & BROOKS, R. R. (1989). *Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements- A review of their distribution, ecology and phytochemistry*. *Biorecovery*, 1, 81-126.
- BALLEZA, J. J. y VILLASEÑOR, J. L. (2011). Contribución del estado de Zacatecas (México) a la conservación de la riqueza florística del Desierto Chihuahuense. *Acta Botánica Mexicana*, 94, 61-89.
- BARRUTIA, O., ARTETXE, U., HERNÁNDEZ, A., OLANO, J. M., GARCÍA PLAZAOLA, J. I., GARBISU, C. & BECERRIL, J. M. (2011). Native plant communities in an abandoned Pb-Zn mining area of Northern Spain: implications for phytoremediation and germplasm preservation. *International Journal of Phytoremediation*, 13(3): 256-270.
- BECH, J., POSCHENRIEDER, C., BARCELÓ, J. & LANSAC, A. (2002). Plants from mine spoils in the South American area as potential sources of germplasm for phytoremediation technologies. *Acta Biotechnológica*, 22(1-2): 5-11.
- BROOKS, R. R. (1998). General Introduction. En R. R. Brooks (Ed.), *Plants that hyperaccumulate heavy metals: their role in phytoremediation, microbiology, archaeology, mineral exploration and phytomining* (pp. 1-14). New York, US: CAB International.
- CALDERÓN DE RZEDOWSKI, G. y RZEDOWSKI, J. (2001). *Flora fanerogámica del Valle de México*. (2ª ed.). Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CHANEY, R. L., MALIK, M., LI, Y. M., BROWN, S. L., BREWER, E. P., ANGLE, J. S. & BAKER, A. J. M. (1997). Phytoremediation of soil metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 8(3): 279-284.
- CONESA, H. M., EVANGELOU, M. W. H., ROBINSON, B. H. & SCHULIN, R. (2012). A critical view of current state of phytotechnologies to remediate soils: Still a promising tool. *The Scientific World Journal*, 1-10.
- CONESA, H. M., FAZ, Á. & ARNALDOS, R. (2006). Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid Cartagena- La Union mining district (SE Spain). *Science of the Total Environment*, 366(1): 1-11.
- CONESA, H. M., ROBINSON, B. H., SCHULIN, R., & NOWACK, B. (2007). Growth of *Lygeum spartum* in acid mine tailings: response of plants developed from seedlings, rhizomes and at field conditions. *Environmental Pollution*, 145(3): 700-707.
- FLORES, J. & ALBERT, L. A. (2004). Environmental lead in Mexico, 1990-2002. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 181, 37-109.
- FLORES TAVIZÓN, E., ALARCÓN HERRERA, M. T., GONZÁLEZ ELIZONDO, S. & OLGUÍN, E. J. (2003). Arsenic tolerating plants from mine sites and hot springs in the semi-arid region of Chihuahua, Mexico. *Acta Biotechnológica*, 23(2-3): 113-119.
- FRANCO HERNÁNDEZ, M. O., VÁSQUEZ MURRIETA, M. S., PATIÑO SICILIANO, A. & DENDOOVEN, A. L. (2010). Heavy metals concentration in plants growing on mine tailings in Central Mexico. *Bioresource Technology*, 101(11): 3864-3869.

- HALL, J. L. (2002). Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53(366): 1-11.
- LEUNG, H. M., YE, Z. H. & WONG, M. H. (2007). Survival strategies of plants associated with arbuscular mycorrhizal fungi on toxic mine tailings. *Chemosphere*, 66(5): 905-915.
- MIELKE, H. W. & REAGAN, P. L. (1998). *Soil is an important pathway of human lead exposure*. *Environmental Health Perspectives*, 106(Suppl 1): 217-229.
- ORTEGA LARROCEA, M. P., XOCONOSTLE CÁZARES, B., MALDONADO MENDOZA, I. E., CARRILLO GONZÁLEZ, R., HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, J., DÍAZ GARDUÑO, M.,..., GONZÁLEZ-CHÁVEZ, M. C. A. (2010). Plant and fungal biodiversity from metal mine wastes under remediation at Zimapan, Hidalgo, Mexico. *Environmental Pollution*, 158(5): 1922-1931.
- PEUKE, A. D. & RENNENBERG, H. (2005). Phytoremediation. *EMBO Reports*, 6(6): 497-501.
- QUEROL, X., ALASTUEY, A., MORENO, N., ÁLVAREZ AYUSO, E., GARCÍA SÁNCHEZ, A., CAMA, J., AYORA, C. & SIMÓN, M. (2006). Immobilization of heavy metals in polluted soils by the addition of zeolitic materials synthesized from coal fly ash. *Chemosphere*, 62(2): 171-180.
- RZEDOWSKI, J. y CALDERÓN DE RZEDOWSKI, G. (2005). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Rosaceaea. Fascículo 135, 113-117.
- SALAS LUÉVANO, M. A., MANZANARES ACUÑA, E., LETECHIPÍA DE LEÓN, C. & VEGA CARRILLO, H. R. (2009). Tolerant and hyperaccumulators autochthonous plant species from mine tailing disposal sites. *Asian Journal of Experimental Science*, 23(1): 27-32.
- SALT, D. E., SMITH, R. D. & RASKIN, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49, 643-668.
- SÁNCHEZ LÓPEZ, A. S., GONZÁLEZ CHÁVEZ, M. C. A., CARRILLO GONZÁLEZ, R., VANGRONSVELD, J. & DÍAZ GARDUÑO, M. (2015). *Wild flora of mine tailings: Perspectives for use in phytoremediation of potentially toxic elements in a semi-arid region in Mexico*. *International Journal of Phytoremediation*, 17(5): 476-484.
- TORDOFF, G. M., BAKER, A. J. M. & WILLIS, A. J. (2000). Current approaches to the revegetation and reclamation of metalliferous mine wastes. *Chemosphere*, 41(1-2): 219-228.
- VANGRONSVELD, J., HERZIG, R., WEYENS, N., BOULET, J., ADRIAENSEN, K., RUTTENS, A., ..., MENCH, M. (2009). Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field. *Environmental Science and Pollution Research*, 16(7): 765-794.
- VITE, T. J., SOTO, T. J. L., VITE, T. M., AGUILAR, O. R. y SUSARREY, H. O. (2007). Propiedades tribológicas de nuevos materiales cerámicos obtenidos de residuos industriales mineros. *8º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*. Cusco, Perú.
- WILD, P. & KLEINJANS, J. (2003). *Children and increased susceptibility to environmental carcinogens: evidence or empathy?* *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 12(12): 1389-1394.
- WONG, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere*, 50(6): 775-780.

## **Dictiotopografía**

DELTORO, V. (2007). *Banco de datos de la Comunidad Valenciana*. Recuperado de <http://bdb.cma.gva.es/ficha.asp>.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2015). *Estadística de la Industria Minerometalúrgica. Indicadores Económicos de Coyuntura*. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/ind\\_miner/](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/notasinformativas/ind_miner/).

SE (SECRETARÍA DE ECONOMÍA) (2006). NOM. Norma Oficial Mexicana NMX-AA-132-SCFI-2006. Muestreo de suelos para la identificación y la cuantificación de metales y metaloides, y manejo de la muestra. *Diario Oficial de la Federación*, publicada el 5 de septiembre de 2006. Recuperado de <http://www.economia.gob.mx>.

SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES)/SSA (SECRETARÍA DE SALUD) (2007). NOM. Norma Oficial Mexicana NOM 147-SEMARNAT/SSA1-2004. Recuperado de [www.profeps.gob.mx/innovaportal/file/1392/1/nom-147-semarnat\\_ssa-2004.pdf](http://www.profeps.gob.mx/innovaportal/file/1392/1/nom-147-semarnat_ssa-2004.pdf)

USDA, NRCS (United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service) (2015). *National Soil Survey Handbook*, title 430-VI. Recuperado de <http://soils.usda.gov/technical/handbook>



## DESEMPEÑO Y COMPARACIÓN DEL CENTELLEO LÍQUIDO Y DEL CONTEO POR EFECTO CERENKOV PARA CUANTIFICAR <sup>40</sup>K EN MUESTRAS ACUOSAS

Liliana Miranda Castro, J. Ignacio Dávila Rangel<sup>1</sup>, Hugo López del Río, Fernando Mireles García, José Luis Pinedo Vega, Ana Karen Cuevas Jaramillo

**Palabras clave:** potasio, radiación, agua.

### INTRODUCCIÓN

Naturalmente, el potasio se compone de los isótopos estables <sup>39</sup>K (93.3 %) y <sup>41</sup>K (6.7%), y del isótopo radiactivo <sup>40</sup>K (0.0117%) con vida media de 1,250.4 millones de años. El <sup>40</sup>K se desintegra a través de dos mecanismos (Laboratoire National Henri Becquerel, 2015): i) emitiendo radiación beta ( $E_{\max} = 1311.07$  keV) en 89.25% de las transiciones, y ii) emitiendo un rayo gamma de 1460.822 keV en 10.55% de las transformaciones. Debido a esta emisión radiactiva, la irradiación interna del organismo es inevitable. Por tanto, la presencia generalizada del potasio es una fuente ineludible de exposición radiactiva para el ser humano.

Por ser un elemento esencial para la supervivencia de los seres vivos, la medición del nivel de potasio tiene una importancia relevante en protección radiológica, la medicina, la agricultura y la industria de los alimentos. Aunque existen muchos métodos y técnicas analíticas instrumentales para la cuantificación de potasio elemental en una gran variedad de matrices, las técnicas analíticas nucleares representan una opción rápida y sencilla para conocer el potasio total a través de la detección de la radiación emitida por el radioisótopo <sup>40</sup>K. Aunque la radiación gamma del <sup>40</sup>K puede ser detectada empleando detectores sólidos de centelleo [NaI(Tl)] o detectores semiconductores de germanio de alta pureza (HPGe), la radiación beta puede detectarse utilizando equipos de centelleo líquido, ya sea mediante la técnica convencional, o bien, a través del efecto Cerenkov, producido por las partículas beta en la solución que contiene al <sup>40</sup>K.

La radiación de Cerenkov es electromagnética generada cuando una partícula cargada atraviesa un medio dieléctrico a una velocidad superior a la de la luz en dicho medio. El espectro de la radiación Cerenkov es continuo pero la intensidad es mayor en la región ultravioleta (Pullen, 1986). La energía umbral  $E$  para que electrones produzcan radiación Cerenkov en un medio de índice de refracción  $n$ , está dada por la siguiente ecuación:

<sup>1</sup> Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: idavilara@gmail.com

$$E = m_0 c^2 \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}} - 1 \right] \text{ keV} \quad (1)$$

donde  $E$  = energía umbral de los electrones en keV,  $m_0$  = masa del electrón en reposo,  $c$  = velocidad de la luz,  $n$  = índice de refracción del medio (para agua  $n = 1.33$ ). Al resolver la ecuación 1, la energía umbral para producir radiación Cerenkov será 264 keV, aunque solo existe una probabilidad significativa de emisión a partir de 1,000 keV (Ross, 1969).

El propósito de este trabajo fue estudiar el desempeño del centelleo líquido y el conteo por radiación de Cerenkov para la cuantificación de  $^{40}\text{K}$  en soluciones acuosas, comparando la respuesta de tres líquidos de centelleo comerciales y el efecto de las características y presentación de las muestras para el conteo.

## METODOLOGÍA

La detección de la radiación beta y de Cerenkov se efectuó utilizando un contador de centelleo líquido Wallac-Oy. La influencia del tipo de vial en el conteo Cerenkov se estudió para viales de polietileno y vidrio con bajo contenido de potasio de 20 ml de capacidad, mientras que se emplearon los primeros para la medición por centelleo líquido. Los cocteles de centelleo utilizados fueron OptiPhase Hisafe 3, Ultima Gold AB y OptiPhase TriSafe, fabricados por PerkinElmer.

En centelleo líquido es imprescindible que la solución de conteo sea homogénea para lograr una eficiente transferencia de energía en el coctel de centelleo. Para conocer la capacidad de carga (máxima cantidad de muestra que puede aceptar el líquido de centelleo para formar una mezcla homogénea y de una sola fase) con soluciones de diferente fuerza iónica, se prepararon por triplicado muestras con 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00 g de KCl (reactivo grado analítico, 99.9% J. T. Baker) en 2, 4, 6, 8 y 10 ml de agua desionizada (conductividad 1 mS/cm), posteriormente, a los volúmenes de muestra antes mencionados se adicionaron los cocteles de centelleo, de tal forma que las relaciones finales muestra:centelleador fueron las siguientes 2:18; 4:16, 6:14, 8:12 y 10:10 ml/ml. La actividad beta correspondiente de  $^{40}\text{K}$  fue 0.00, 3.71, 7.41, 11.12 y 14.83 beta/s.

La apariencia física de las mezclas se verificó visualmente registrando su homogeneidad, transparencia y separación de fases. Se calcularon la eficiencia de conteo y la actividad mínima detectable (AMD) para las mezclas homogéneas. Para estudiar el efecto del tipo del vial y el volumen de muestra en el conteo por radiación Cerenkov, se adicionaron 2, 4, 6, 8, 6, 12, 14, 16, 18 y 20 ml de soluciones de KCl en viales de polietileno y vidrio. Las muestras de fondo consistieron en volúmenes equivalentes de agua desionizada. Nuevamente, la eficiencia de conteo y la AMD se compararon para cada volumen y tipo de vial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las características observadas de las mezclas centelleantes para diferentes cargas de muestra y cantidad de KCl. En la mezclas con 1.00 y 0.75 g de KCl y una carga de 2 ml de solución (fuerzas iónicas 6.7 y 5.0), el KCl fue insoluble debido a que se excedió la solubilidad de la sal en agua a temperatura ambiente (0.36 g KCl/ml).

Debido a que la homogeneidad de la mezcla centelleante es primordial, el líquido de centelleo OptiPhase TriSafe se descartó porque en todas las mezclas con KCl se presentó separación de fases, lo que indica que el coctel no es adecuado para soluciones acuosas de alta y mediana fuerza iónica. Para los centelleadores Ultima Gold AB y OptiPhase HiSafe 3 la separación de fases es un efecto combinado de la fuerza iónica y la capacidad de carga del centelleador, pero en el último la capacidad de carga fue superior, inclusive a valores altos de fuerza iónica (<6.7).

**Tabla 1.** Características físicas de las mezclas para diferentes relaciones muestra:centelleador y cantidad de KCl

Mezcla	KCl, g				
	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
<i>OptiPhase HiSafe 3</i>					
2:18	H, T, I (6.7)*	H, T, I (5.0)	H, T, S (3.4)	H, T, S (1.7)	H, T
4:16	H, T, S (3.4)	H, T, S (2.5)	H, T, S (1.7)	H, T, S (0.8)	H, T
6:14	H, O, S (2.2)	H, T, S(1.7)	H, T, S (1.1)	H, T, S (0.6)	H, O
8:12	NH, O, S (1.7)	H, O, S (1.3)	H, T, S (0.8)	H, O, S (0.4)	H, O
10:10	NH, O, S (1.3)	NH, O, S (1.0)	NH, O, S (0.7)	H, O, S (0.3)	H, O
<i>Ultima Gold AB</i>					
2:18	H, T, I	H, T, I	H, T, S	H, T, S	H, T
4:16	NH, T, S	NH, T, S	H, T, S	H, T, S	H, T
6:14	NH, T, S	NH, T, S	H, T, S	H, T, S	H, O
8:12	NH, T, S	NH, O, S	H, O, S	H, O, S	H, O
10:10	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	H, O, S	H, O
<i>OptiPhase TriSafe</i>					
2:18	NH, O, I	NH, O, I	NH, O, S	NH, O, S	H, T
4:16	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	H, T
6:14	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	H, O
8:12	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	H, O
10:10	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	NH, O, S	H, O

H= Homogénea; NH= No Homogénea; T= Transparente; O= Opaco, S= KCl Soluble; I= KCl Insoluble. \* Fuerza iónica.

Como puede observarse en la tabla 2, la eficiencia de conteo beta para aquellas muestras homogéneas disminuyó ligeramente con la actividad de <sup>40</sup>K, y una reducción apreciable se observó en las mezclas con menor cantidad de centelleador debido al efecto de dilución. Los altos valores de la eficiencia de conteo confirman la capacidad de detección superior del centelleo líquido con respecto a otras técnicas para radiación beta.

La actividad mínima detectable representa la cantidad de actividad que produce una señal distinguible del fondo, y se expresa por la ecuación

$$AMD = \frac{2.71 + 4.65\sqrt{Bt}}{\epsilon IV} \text{ Bq/L} \quad (2)$$

donde *B* es la razón de conteo del fondo, *t* es el tiempo de conteo,  $\epsilon$  es la eficiencia de conteo beta, *I* es la fracción de desintegración beta y *V* es el volumen de la muestra. La AMD se puede expresar como Concentración Mínima Detectable (CMD) de potasio total en la muestra. Una mezcla óptima es aquella cuya AMD es menor.

**Tabla 2.** Eficiencia de conteo beta para diferentes relaciones muestra:centellador y cantidad de KCl

Mezcla	KCl, g			
	1.00 (14.83 b/s)	0.75 (11.12 b/s)	0.50 (7.71 b/s)	0.25 (3.71 b/s)
<i>OptiPhase HiSafe 3</i>				
2:18	-	-	98.2 ± 1.0	97.7 ± 1.6
4:16	98.4 ± 0.7	99.4 ± 0.5	97.1 ± 1.0	91.4 ± 1.6
6:14	99.1 ± 0.7	99.2 ± 0.7	99.1 ± 0.8	96.0 ± 1.6
8:12	-	95.7 ± 0.8	99.0 ± 0.8	98.9 ± 1.7
10:10	-	-	-	84.3 ± 1.6
<i>Ultima Gold AB</i>				
2:18	-	-	89.6 ± 1.0	99.8 ± 0.3
4:16	-	-	99.2 ± 0.6	98.5 ± 0.4
6:14	-	-	99.5 ± 0.7	97.1 ± 1.4
8:12	-	-	98.1 ± 1.0	96.2 ± 1.6
10:10	-	-	-	85.7 ± 1.6

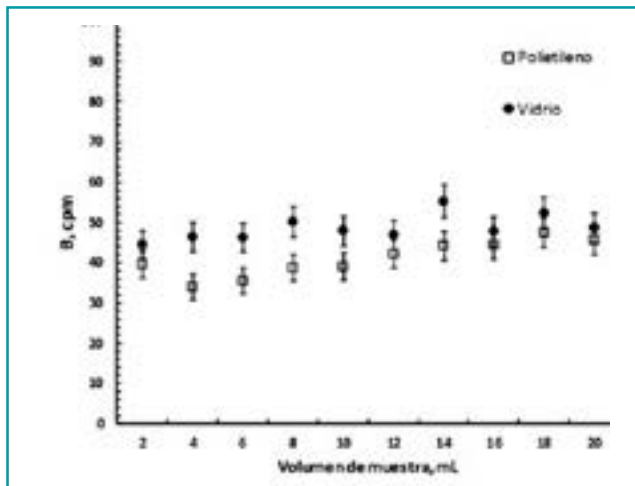
En la tabla 3 se presentan los valores promedio de la AMD y CMD para cada coctel de centelleo y relación muestra:centelleador. Los valores para la sensibilidad de ambos centelleadores fueron similares y, para un tiempo de conteo de 1 h, la AMD se redujo al aumentar la carga de muestra y disminuir el volumen de centelleador:

**Tabla 3.** Promedio de la AMD y CMD para diferentes relaciones muestra:centelleador

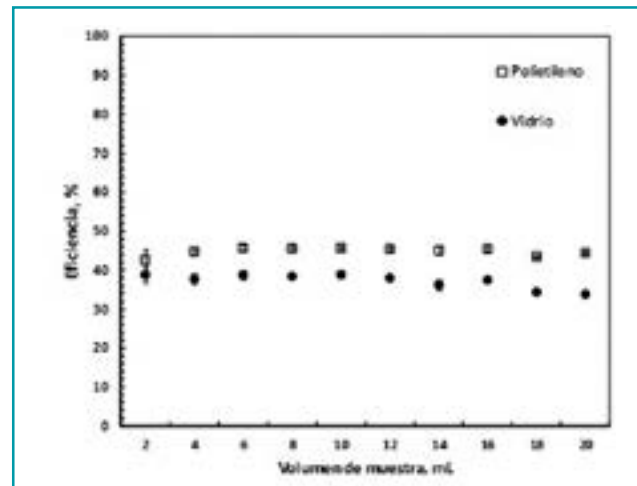
Mezcla	AMD Bq/L	CMD mg K/mL
<i>OptiPhase HiSafe 3</i>		
2:18	60	1.89
4:16	31	0.97
6:14	20	0.63
8:12	15	0.47
10:10	14	0.44
<i>Ultima Gold AB</i>		
2:18	59	1.85
4:16	28	0.89
6:14	19	0.59
8:12	14	0.45
10:10	13	0.40

Con respecto a la técnica de Cerenkov, la razón de conteo del fondo resultó ligeramente superior al utilizar viales de vidrio debido al mayor contenido de potasio. Como se observa en la figura 1, el conteo se incrementó al aumentar el volumen de muestra, con un promedio de 41.2 cpm para viales de polietileno y 48.7 cpm para viales de vidrio, provocando la diferencia registrada en la eficiencia de conteo para ambos viales (figura 2). Aunque se observaron fluctuaciones en la eficiencia con el volumen de muestra, los valores oscilaron alrededor del valor promedio de 44.8% para viales de polietileno y 37.3% para viales de vidrio. Claramente, la medición de <sup>40</sup>K en soluciones acuosas fue más eficiente en centelleo líquido con respecto al conteo por radiación Cerenkov.

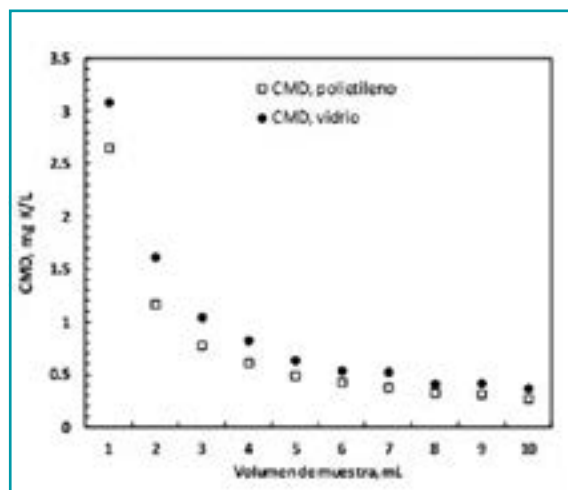
La figura 3 muestra la variación de la CMD con el volumen de muestra y el tipo de vial. Al igual que en centelleo líquido, la sensibilidad aumentó con el volumen de muestra, mostrando un mejor desempeño los viales de polietileno, tanto en sensibilidad, como en la relación señal a ruido.



**Figura 1.** Efecto del volumen de muestra en la razón de conteo de fondo para Cerenkov.



**Figura 2.** Efecto del volumen de muestra en la eficiencia de conteo para Cerenkov de <sup>40</sup>K.



**Figura 3.** Efecto del volumen de muestra en la CMD para Cerenkov de <sup>40</sup>K.

## CONCLUSIONES

La medición de <sup>40</sup>K en solución acuosa fue posible aplicando las técnicas de centelleo líquido y conteo por radiación de Cerenkov. En centelleo líquido, la fuerza iónica de la fase acuosa fue la variable limitante para formar soluciones homogéneas con el centellador, condición imprescindible para una medición confiable, mientras que la relación muestra:centelleador no tuvo un efecto significativo en la eficiencia de conteo y la figura de mérito, excepto a una relación 1:1. El centelleo líquido resultó altamente eficiente para cuantificar <sup>40</sup>K en soluciones acuosas, obteniéndose eficiencias de conteo cercanas a 100% para los centelladores OptiPhase HiSafe 3 y Ultima Gold AB. En el conteo por radiación de Cerenkov, el factor más relevante que afectó la eficiencia de conteo y la sensibilidad fue el tipo de vial; viales de polietileno son más adecuados para la medición de <sup>40</sup>K debido a su bajo contenido de potasio. Por su parte, el volumen de muestra no tuvo un efecto significativo en la eficiencia de conteo, obteniéndose un valor promedio de 44.8% para viales de polietileno y 37.3% para viales de vidrio. En relación con los parámetros de referencia, la respuesta del conteo por efecto Cerenkov fue inferior al centelleo líquido.

## REFERENCIAS

PULLEN, B. P. (1986). Cerenkov counting of  $^{40}\text{K}$  in KCl using a liquid scintillation spectrometer. *Journal of Chemical Education*, 63(11): 971.

ROSS, H. H. (1969). Measurement of beta-emitting nuclides using Cerenkov radiation. *Analytical Chemistry*, 41(10): 1260-1265.

### **Dictiotopografía**

LABORATOIRE NATIONAL HENRI BECQUEREL (2015). Recommended data [Tablas informativas]. Recuperado de [http://www.nucleide.org/DDEP\\_WG/DDEPdata.htm](http://www.nucleide.org/DDEP_WG/DDEPdata.htm)

## DISEÑO DE UN REACTOR NUCLEAR SUBCRÍTICO A BASE DE TORIO

**Diego Medina Castro<sup>1</sup>, Laszlo Sajó Bohus, Pablo Luis Hernández Adame, Johana Lizbeth Rodríguez Ibarra, Consuelo Letechipía De León, Héctor René Vega Carrillo**

**Palabras clave:** reactor nuclear, simulación, Monte Carlo, sales fundidas, grafito.

### INTRODUCCIÓN

El factor de multiplicación efectivo ( $k_{\text{eff}}$ ) es la razón entre los neutrones en una generación y los de la inmediata anterior, a partir de este parámetro los reactores se clasifican como subcríticos ( $k_{\text{eff}} < 1$ ), críticos ( $k_{\text{eff}} = 1$ ) y supercríticos ( $k_{\text{eff}} > 1$ ). Los reactores subcríticos se usan para la investigación, la quema de los residuos radiactivos y la generación de flujos de neutrones de fisión (Kamalpour, Khalafi & Mirvakili, 2014; Nuttin et al., 2005). Uno de los inconvenientes de la energía nuclear a base de uranio es la generación de desechos radioactivos de vida media larga. Como opción a esto se ha propuesto usar el torio en lugar de uranio, ya que como ventaja adicional no genera plutonio (Degweker, 2001; Ignatiev & Surenkov, 2013). Además, en este tipo de reactores se puede eliminar en forma continua el Xenón (LeBlanc, 2010; Aufiero et al., 2014).

El Th no es material fisil; sin embargo, el isótopo  $^{232}\text{Th}$  tiene una sección eficaz de captura de neutrones que permite generar  $^{233}\text{U}$ , que es un isótopo fisil. Con esta finalidad, el combustible del reactor en general consta de Th y U para la carga de combustible inicial (Waris, Permana, Kurniadi, Su'ud & Sekimoto, 2010).

Para el diseño de reactores se usan métodos deterministas y Monte Carlo, este último se distingue por que no resuelve directamente la ecuación de transporte de neutrones, sino se emula el transporte mediante el muestreo de funciones de probabilidad, usando números aleatorios (Briesmeister, 2000).

El objetivo de este trabajo fue diseñar, mediante métodos Monte Carlo, un reactor nuclear subcrítico heterogéneo con combustible a base de torio, moderador de grafito y fuente de  $^{252}\text{Cf}$ .

<sup>1</sup> Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: dmedina\_c@hotmail.com

## METODOLOGÍA

El diseño del reactor nuclear subcrítico (RNS) se hizo mediante el método Monte Carlo con el código MCNPX (Pelowitz, 2005). El diseño se formó en dos fases, en la primera se calculó la  $k_{\text{eff}}$  para el reactor de geometría esférica, cilíndrica y cubica, con reflector de grafito de diferentes espesores. El combustible de estos reactores se modeló como una mezcla de Th y  $^{235}\text{U}$ . De lo anterior, se eligió un reactor en forma de cubo y se calculó la  $k_{\text{eff}}$  como un bloque de grafito en forma de reflector y moderador, en el cual se tienen perforaciones donde se colocaron nueve ductos con combustible en la proporción 90% de Th y 10% de  $^{235}\text{U}$ , los ductos son de una aleación llamada Hastelloy N para prevenir la corrosión (Ouyang, Chang y Kai, 2014). Se realizaron varias simulaciones, para encontrar la distancia entre los ductos y su diámetro. Posteriormente se modeló el combustible como una sal con Th y  $^{235}\text{U}$ . En la última etapa del diseño, la función de los nueve ductos se cambió para que uno albergara la fuente de neutrones y dos de ellos como ductos para irradiar. En la figura 1 se muestra el diseño final del RNS, en la figura 1(a) la vista de planta en el plano medio y en la 1(b) se muestra la vista lateral del RNS en el plano medio de la fuente de neutrones; las secciones frente, centro y atrás corresponden a espacios para poder irradiar muestras.

El combustible es de  ${}^7\text{LiF}\text{-BeF}_2\text{-ThF}_4\text{-UF}_4$ , cuya concentración molar en por ciento es 70  ${}^7\text{LiF}$ , 18  $\text{BeF}_2$ , 3  $\text{ThF}_4$  y 9 de  $\text{UF}_4$ . Con una densidad  $3.56 \text{ g/cm}^3$  (Beneš & Konings, 2009). Para operar el reactor se usó una fuente de  ${}^{252}\text{Cf}$  que emite neutrones por fisión espontánea. Las dimensiones del cubo de grafito son 110 cm de lado y su densidad es de  $1.7 \text{ g/cm}^3$ . La temperatura de funcionamiento del reactor estará alrededor de los  $560 \text{ }^\circ\text{C}$  (Bowman et al., 2010).

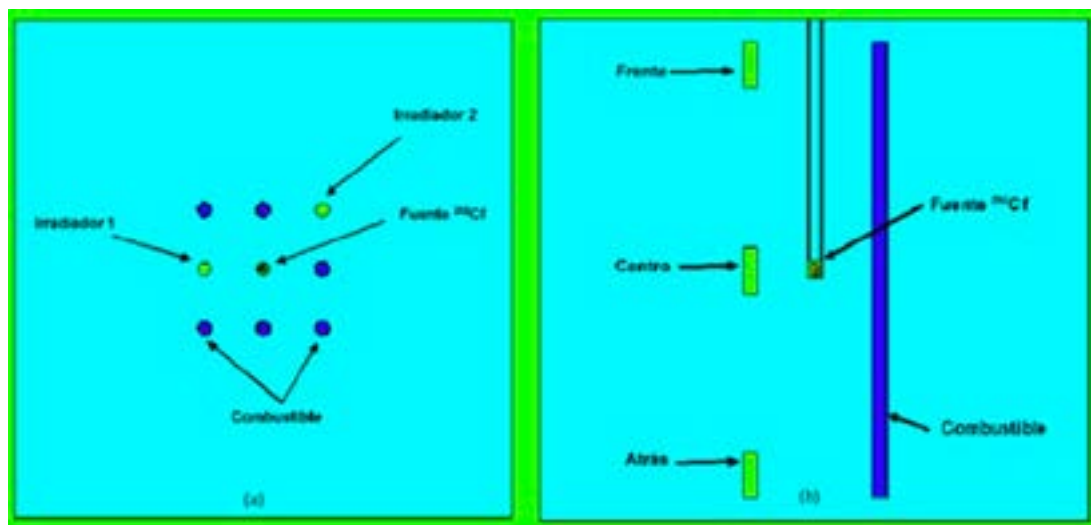


Figura 1. Vista del reactor en el plano x-z (a), plano x-y (b).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de las simulaciones con diferentes geometrías, se obtuvo la  $k_{\text{eff}}$  de cada diseño, los resultados de las tres geometrías diferentes y su variación se muestra en la tabla 1.

Independientemente de la geometría, la  $k_{\text{eff}}$  aumenta conforme se incrementa el volumen de combustible y el espesor del grafito. Luego, al utilizar la geometría cubica se varió el diámetro de ducto, número de ductos con combustible y los espacios entre cada uno de ellos, con lo cual la mayor  $k_{\text{eff}}$  se obtuvo con una separación de 10 cm entre ductos, esto se muestra en la tabla 2.



Tabla 1.  $k_{eff}$  variando geometrías y combustible

Geometría	Combustible (cm <sup>3</sup> )	Reflector (cm)	Th (%)	<sup>235</sup> U (%)	$k_{eff}$
Esfera	2.7E6	10	95	5	0.60
Esfera	2.7E6	30	90	10	0.98
Cilindro	1.1E5	10	90	10	0.69
Cilindro	2.8E6	10	90	10	0.95
Cubo	1E6	10	90	10	0.88
Cubo	1E6	20	90	10	0.96

Tabla 2.  $k_{eff}$  variando combustible

Diámetro del ducto (cm)	Mezcla	Número de ductos con combustible	Espacio entre ductos (cm)	$k_{eff}$
2	Th y <sup>235</sup> U	9	1	0.61
2	Th y <sup>235</sup> U	9	10	0.81
2	Th y <sup>235</sup> U	9	12	0.80
3	Th y <sup>235</sup> U	6	10	0.84
3	LiF-BeF <sub>2</sub> -ThF <sub>4</sub> - <sup>235</sup> UF <sub>4</sub>	6	10	0.66

Con ello se eligió la geometría cúbica, enseguida, manteniendo la separación de los ductos en 10 cm, con un diámetro de 3 cm, la  $k_{eff}$  se modificó al cambiar el combustible. Usando 90% de Th y 10% de <sup>235</sup>U la  $k_{eff}$  es 0.84, este valor se redujo a 0.66 para el combustible a base de sal, debido a que la cantidad de <sup>235</sup>U se reduce.

Luego se dividió el trabajo en dos casos. Se realizaron simulaciones con combustible de Th y U enriquecido al 3 %, llamado caso 1. En el caso 2 se disminuyó el Th del 25 al 5%, para así agregar 20% de <sup>233</sup>U para simular un combustible gastado. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en los dos casos. En dicha tabla 3 se observa que para el caso 2 el valor de la  $k_{eff}$  es aproximadamente el doble en comparación al caso 1, las desviaciones estándar mostradas le corresponden a la  $k_{eff}$  de cada caso, lo que corresponde a rangos de errores menores de 5%.

Tabla 3. Valor de la  $k_{eff}$

Caso	$k_{eff}$	Desviación estándar	<sup>233</sup> U	Th (%)	U (%) enriquecido al 3%
1	0.13	0.0003	0	25	75
2	0.28	0.0005	20	5	75

Dentro del reactor se cuenta con el irradiador 1 e irradiador 2, para cada uno de ellos se obtuvo un espectro de neutrones, en las tres secciones (frente, centro y atrás, siendo estas como se mencionó espacios para irradiar, en cada uno de los irradiadores), en la figura 2 se tienen los espectros para el irradiador 1, lo cual muestra que para las secciones del frente y atrás se tiene un flujo menor en comparación con la sección del centro; asimismo, se tiene una cantidad importante de neutrones térmicos en esas dos secciones, los cuales se ubican en el rango de energía de 0.025 a 0.4 eV (escalón ubicado en la parte izquierda de la figura).

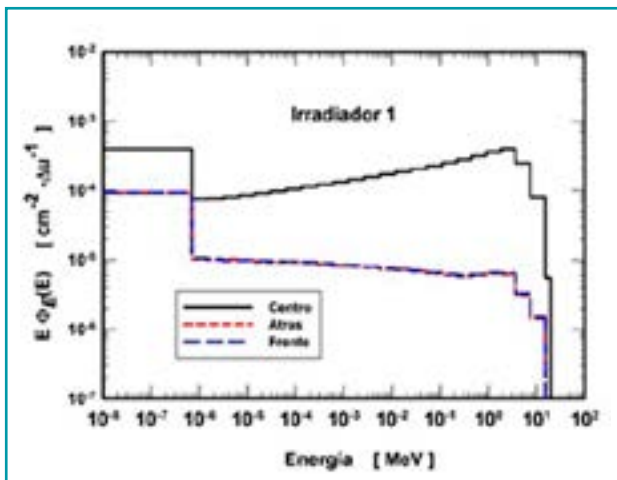


Figura 2. Espectros de neutrones en el irradiador 1.

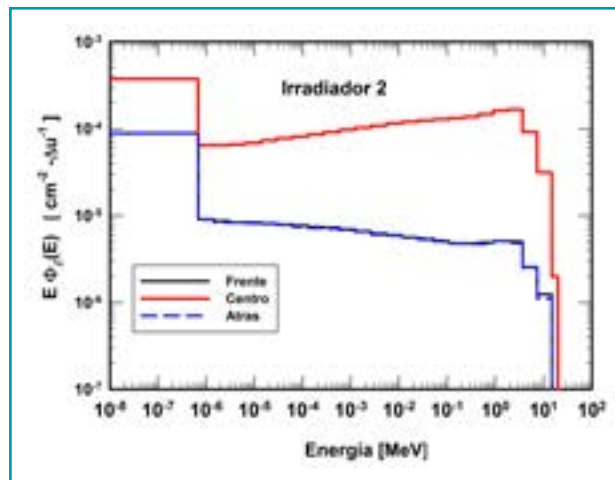


Figura 3. Espectros de neutrones en el irradiador 2.

En la figura 3 se muestra el irradiador 2. En ella se observa una simetría para las secciones del frente y de atrás; en la sección central se tiene un mayor flujo de neutrones térmicos, epitérmicos y rápidos, esto debido a que se encuentra más cerca de la fuente. Los neutrones epitérmicos se tienen dentro del rango de energía de 0.4 eV a 10 keV, para los rápidos el rango es mayor de 10keV.

Se hace una comparación entre ambos casos, en el irradiador 1 estos resultados se presentan en la figura 4, en ambos casos para la sección del centro se muestra una simetría entre ellos, en lo que respecta a la sección del frente se observa una diferencia entre ambos casos, en el caso 2 se tiene un mayor flujo de neutrones, debido a que se cuenta con  $^{233}\text{U}$ .

## CONCLUSIONES

Se diseñó el reactor subcrítico heterogéneo con sales fundidas a base de torio con moderador de grafito y una fuente de  $^{252}\text{Cf}$ , se obtuvieron valores para dos casos en un reactor de forma de cubo. En ambos casos el reactor mantuvo sus regímenes de subcriticidad. Para el caso 1 (combustible fresco) se obtuvo el valor de la  $k_{\text{eff}} = 0.13$ , en el caso 2 (combustible usado) donde se tiene  $^{233}\text{U}$  se obtuvo una  $k_{\text{eff}} = 0.28$ , con lo que se comprueba que sea un reactor subcrítico. Se posee una simetría entre las secciones del frente y atrás, además se obtienen más neutrones térmicos que epitérmicos y rápidos en dichas zonas, en la parte central se observa un flujo de neutrones mayor que en las otras secciones y con ello se adquieren diferentes flujos de neutrones.

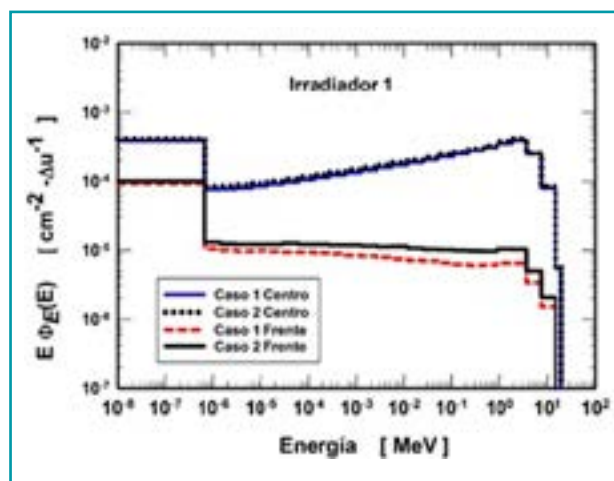


Figura 4. Comparación de espectros de neutrones en ambos casos.

## REFERENCIAS

- AUFIERO, M., BROVCHENKO, M., CAMMI, A., CLIFFORD, I., GEOFFROY, O., HEUER, D., ... ROUCH, H. (2014). Calculating the effective delayed neutron fraction in the molten salt fast reactor: analytical, deterministic and Monte Carlo approaches. *Annals of Nuclear Energy*, 65, 78-90.
- BENEŠ, O. & KONINGS, R. J. M. (2009). Thermodynamic properties and phase diagrams of fluoride salts for nuclear applications. *Journal of Fluorine Chemistry*, 130, 22-29.
- BOWMAN, C., VOGELAAR, R. B., BILPUCH, E., HOWELL, C., TONCHEV, A., TORNOW, W. & WALTER, R. L. (2010). *Gem\*star: The alternative reactor technology comprising graphite, molten salt, and accelerators*. US: Springer.
- BRIESMEISTER, J. F. (2000). MCNPTM-A general Monte Carlo n-particle transport code. Los Alamos National Laboratory Report La-13709-M.
- DEGWEKER, S. B. (2001). Accelerator driven energy production: a comment. *Annals of Nuclear Energy*, 28, 1477-1483.
- IGNATIEV, V. & SURENKOV, A. (2013). Alloys compatibility in molten salt fluorides: Kurchatov Institute related experience. *Journal of Nuclear Materials*, 441, 592-603.
- KAMALPOUR, S., KHALAFI, H. & MIRVAKILI, S. M. (2014). Conceptual design study of light water subcritical assembly. *Progress in Nuclear Energy*, 73, 107-112.
- LEBLANC, D. (2010). Molten salt reactors: A new beginning for an old idea. *Nuclear Engineering and Design*, 240, 1644-1656.
- OUYANG, F. Y., CHANG, C. H., & KAI, J. J. (2014). Long-term corrosion behaviors of Hastelloy-N and Hastelloy-B3 in moisture-containing molten FLiNaK salt environments. *Journal of Nuclear Materials*, 446(1): 81-89.
- NUTTIN, A., HEUER, D., BILLEBAUD, A., BRISSOT, R., LE BRUN, C., LIATARD, E., ... DAVID, S. (2005). Potential of thorium molten salt reactors detailed calculations and concept evolution with a view to large scale energy production. *Progress in Nuclear Energy*, 46, 77-99.
- PELOWITZ, D. B. (2005). *MCNPX user's manual version 2.5.0*. Los Alamos National Laboratory, 76.
- WARIS, A., PERMANA, S., KURNIADI, R., SU'UD, Z. & SEKIMOTO, H. (2010). Study on equilibrium characteristics of thorium-plutonium-minor actinides mixed oxides fuel in pwr. *AIP Conference Proceedings*, 1244, 85-90.

## RESPUESTA DE LOS MATERIALES TERMOLUMINISCENTES A RAYOS X DE 100 keV

Johanna Lizbeth Rodríguez Ibarra<sup>1</sup>, Diego Medina Castro, Pablo Luis Hernández Adame, Héctor René Vega Carrillo, Teodoro Rivera Montalvo

**Palabras clave:** dosimetría en radiodiagnóstico, curva de brillo, radiografía, materiales termoluminiscentes.

### INTRODUCCIÓN

Las radiaciones ionizantes se usan en diferentes áreas. En la medicina se usan para el diagnóstico o para el tratamiento de tumores. Cuando se usan se procura que el beneficio sea superior al riesgo. Cuando se usan las radiaciones ionizantes es necesario monitorear los niveles de dosis con el fin de proteger al usuario; para esto se usan diferentes detectores (Jankowski & Staniszewska, 2000). Están los de estado sólido, que requieren de un procedimiento para determinar su respuesta en función del tipo de radiación ionizante y de su energía. Una vez caracterizado el material se calibra y se usa para determinar la dosis que recibe el usuario y el paciente (Poston, 2005). Entre los detectores están los materiales termoluminiscentes (TL), cuya respuesta depende de la energía de la radiación. Estos materiales se usan comúnmente como dosímetros personales o de área. En este grupo están los materiales comerciales, como los dosímetros termoluminiscentes 100 (TLD-100), que es un material no conductor de LiF: Mg, Ti, los elementos que están después de los dos puntos en la fórmula indican su concentración que es a nivel de trazas o impurezas, estas impurezas en el cristal que provocan un marcado aumento en la eficiencia del fenómeno TL. Este tipo de TLD tienen un número atómico efectivo  $Z = 8.14$  que puede ser comparado con el del tejido humano  $Z = 7.14$ , aunado a que su respuesta es independiente de la energía de radiación; estas son algunas de las razones por las que este dosímetro es el preferido para dosimetría clínica. El  $\text{CaSO}_4$  es otro tipo de material TL, estos son activados con Dy y Tm ( $\text{CaSO}_4$ : Dy y  $\text{CaSO}_4$ : Tm) es más sensible, donde sensible es la razón de cambio de la respuesta del dosímetro a la radiación y la dosis promedio absorbida.

Otro material TL es el Fluoruro de litio dopado con Mg, Cu y P (LiF: MCP) que tiene características superiores al TLD-100 (Chen & Stoebe, 2002) como son un rango de linealidad extendida, tiene una respuesta más ideal de equivalencia al tejido para fotones de baja energía, esto da una significativa ventaja en la dosimetría clínica. A mayor sensibilidad, mejora la relación señal a ruido.

Los TLD requieren ser caracterizados; para esto se determina su función respuesta, su homogenización, el desvanecimiento, la eficiencia, entre otros parámetros. La homogenización de

<sup>1</sup> Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: johann\_greenday@hotmail.com

un lote de TLD es su respuesta individual respecto al promedio de la respuesta del lote y la sensibilidad representa la respuesta termoluminiscente en función de la dosis recibida (Rivera, 2011). Los rayos X para el diagnóstico son una herramienta de uso común en los hospitales; sin embargo, no en todos se lleva el control dosimétrico. Esto se debe en parte a la ausencia del personal calificado y a la falta de la tecnología adecuada para hacerlo. Una alternativa para hacer la dosimetría es el uso de TLD.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar materiales termoluminiscentes del tipo TLD-100, LiF: MCP, y  $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$  ante rayos X para el diagnóstico de 100 keV, y encontrar el material más apto para dosímetro clínico.

## METODOLOGÍA

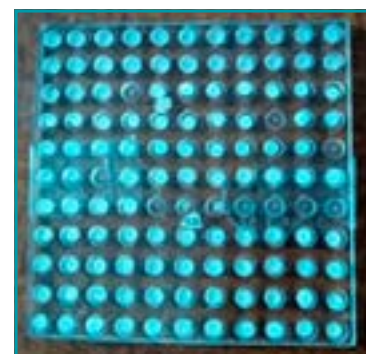
Un conjunto de materiales termoluminiscentes del tipo TLD-100, LiF: Mg Cu P (LiF: MCP),  $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$  se expusieron a los rayos X producidos por un equipo de radiodiagnóstico convencional CMR Linear mc 150 en el Hospital Juárez Norte de México. De los materiales usados, dos de ellos, el TLD 100 y el LiF: MCP, son de origen comercial. Los otros son de fabricación nacional.

Antes de su exposición a los rayos X, los materiales se calentaron a 400 °C por 1 h en una mufla Thermo Scientific modelo Thermolyne, el tratamiento térmico es necesario pues permite que las trampas existentes dentro del dosímetro regresen a su configuración inicial y elimina cualquier señal residual debida a irradiaciones previas o radiación de fondo recibida durante su almacenamiento. Una vez que se enfriaron, cada tipo de material se colocó en medio de dos placas de metilmetacrilato de 11 x 11 x 0.5 cm con el fin de mantener el equilibrio electrónico. Con la finalidad de simular el tejido humano, las placas con los TLD se colocaron en medio de dos recipientes de plástico con agua, dado que hacer una dosimetría *in vivo* no es posible se usa agua para medir ahí la dosis porque el cuerpo humano está compuesto en 70% por agua (Alcaraz, 2003). En la figura 1 se muestra uno de los lotes de los materiales termoluminiscentes entre las placas.

El centro de las placas se colocó en el centro del haz de rayos X que se produjeron usando las condiciones típicas de una radiografía de tórax. La distancia entre el blanco del tubo de rayos x y el centro de las placas fue de 96 cm. Las condiciones de operación del equipo fueron 100 kV y 300 mA.

Cada lote se expuso a cinco disparos del equipo, esto es una dosis aproximada de 0.5 mSv; una vez expuestos, la respuesta termoluminiscente de los materiales se obtuvo con el lector Harshaw 3500 usando diferentes regímenes de calentamiento: los dosímetros de  $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$  se calentaron desde 50 hasta 350 °C con un gradiente de 10 °C/seg y los TLD de LiF: MCP se calentaron desde 40 hasta 240 °C con un gradiente de 10 °C/seg; todos los TLD se leyeron en atmósfera de nitrógeno.

En la figura 2 se muestra el arreglo experimental usado durante la irradiación de los materiales termoluminiscentes. Una vez expuestos, la respuesta termoluminiscente de los materiales se leyó en un lector de Thermo Scientific Harshaw modelo 3500 calentándolos desde 50 hasta 350 °C con un gradiente de 10 °C/s; este tipo de lectores solo leen un TLD a la vez, por lo que se tuvo cuidado de ir leyendo cada cristal de manera ordenada. La respuesta de estos materiales se manifiesta en forma de una curva termoluminiscente, o curva de brillo, que es típica de cada tipo de material. La curva de brillo consiste de una serie de máximos (picos) a distintas temperaturas que corresponden a distintas trampas con diferente profundidad en energía.



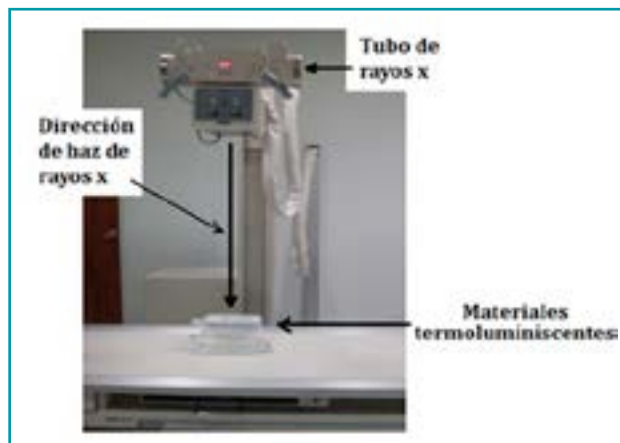
**Figura 1.** Materiales termoluminiscentes entre las placas de metilmetacrilato.

Para poder explicar el fenómeno de termoluminiscencia se suele utilizar el modelo físico de bandas de energía. Los electrones atrapados en un material termoluminiscente pueden ser retenidos por períodos prolongados de tiempo hasta la aplicación de una energía externa conocida como estimulación térmica, cuando es suficiente se logrará liberar a los electrones y los huecos de las trampas. Tanto los electrones como los huecos se desplazan por su banda correspondiente y tras ocurrir una recombinación se produce la emisión de un fotón con longitud de onda ubicada en el espectro visible. La intensidad de la respuesta TL está relacionada con la razón de cambio de la concentración de electrones en sus estados excitados, porque es la recombinación de los electrones la que provoca la emisión de luz. La intensidad TL,  $I(T)$ , de la ecuación (1) es directamente proporcional a  $n_0$ , el cual es el parámetro asociado con la dosis de absorción. De hecho, el área bajo el pico de intensidad es igual a  $n_0$ , esta ecuación es de cinética de primer orden y fue propuesta por Randall y Wilkins.

$$I(T) = sn_0 \exp\left(-\frac{E}{kT}\right) \exp\left(-\frac{s}{\beta} \int_{T_0}^T \exp\left(-\frac{E}{kT'}\right) dT'\right) \quad (1)$$

donde  $\beta = dT/dt$  es la razón de calentamiento,  $E$  (eV) es la energía de activación,  $s(s-1)$  es llamado el factor de frecuencia,  $k$  la constante de Boltzman's y  $T(K)$  la temperatura absoluta.

En muchos casos se trata de una muy buena aproximación. Los modelos más realistas pueden ser considerados como una variación en el modelo simple (Bos, 2007). Para cada lote las lecturas individuales se usaron para determinar el valor promedio que permitió establecer la homogeneidad del lote.



**Figura 2.** Irradiación de los materiales termoluminiscentes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra el promedio de la intensidad termoluminiscente de los dosímetros expuestos a la misma dosis. La mayor respuesta se obtuvo con el LiF: MCP comercial de origen polaco, ya que es  $5.3 \times 10^4$  veces mayor que el TLD-100, que fue el de menor respuesta. El  $\text{CaSO}_4: \text{Dy}$  fue  $5 \times 10^4$  veces más sensible que el TLD-100. Esto es importante ya que el TLD-100 es uno de los más usados a nivel mundial en la dosimetría; sin embargo, para los rayos X hay materiales TLD que tienen una mejor eficiencia de detección.

En las figuras 3 a 6 se presentan las respuestas de los diferentes lotes de TLD, y su dispersión respecto al promedio. En el eje horizontal está representada la respuesta promedio de cada dosímetro; es decir, se indican el dosímetro 1 y su valor de intensidad registrado.

**Tabla 1.** Respuesta de los TLD a rayos X de 100kV

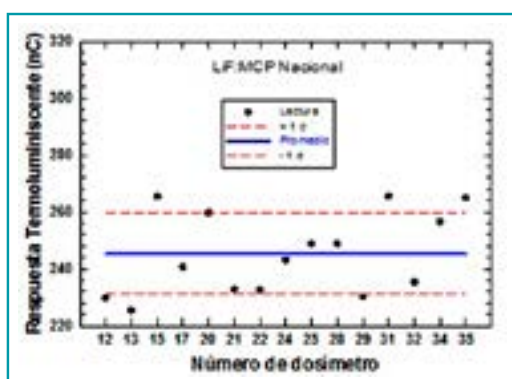
Dosímetro	Intensidad promedio ( $\mu\text{C}$ )
LiF: MCP (lote nacional)	245.3 $\pm$ 14.2
LiF: MCP (lote comercial)	1016.7 $\pm$ 57.1
LiF: MCP (lote comercial Polaco)	1983.5 $\pm$ 76.4
CaSO <sub>4</sub> :Dy	194.0 $\pm$ 124.7
TLD-100	0.037 $\pm$ 0.011

En la figura 3 cada uno de los puntos representan la respuesta termoluminiscente de cada dosímetro al ser leído, la línea continua representa el valor promedio de la respuesta de todos los dosímetros del lote, las líneas discontinuas representan la desviación estándar ( $1\sigma$ ). La mayoría de la respuesta de los TLD cae dentro de  $\pm 1\sigma$ . Para el lote nacional de LiF: MCP solamente 60% está dentro del comportamiento promedio.

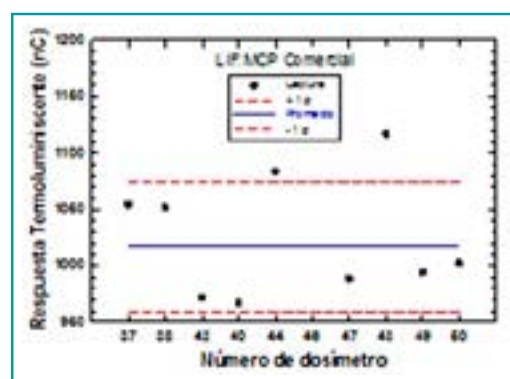
En la figura 4 se muestran las lecturas para el lote comercial de LiF: MCP, aproximadamente 78% de los TLD está dentro de  $\pm 1\sigma$ .

La figura 5 muestra las lecturas del lote comercial polaco, aproximadamente 71% de los TLD está dentro de  $\pm 1\sigma$ .

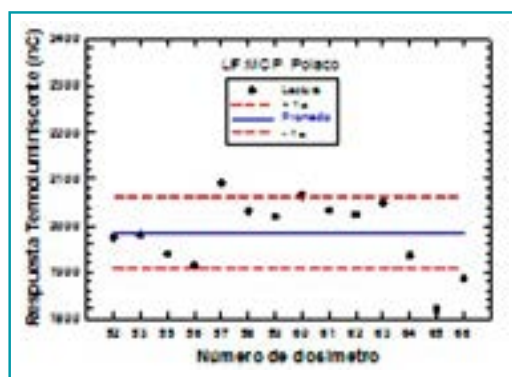
En la figura 6 se observa la respuesta de la lectura de los TLD de CaSO<sub>4</sub>, aproximadamente 71% de los TLD está dentro de  $\pm 1\sigma$ . El lote comercial de LiF: MCP fue el que presentó mejor homogeneidad, mientras que el lote de LiF:MCP nacional tuvo la peor. La causa probable se atribuye a que el LiF: MCP de origen comercial tiene un mejor control de calidad en su producción, mientras que los de origen nacional se fabrican en lotes pequeños y con ausencia de calidad en las etapas de fabricación.



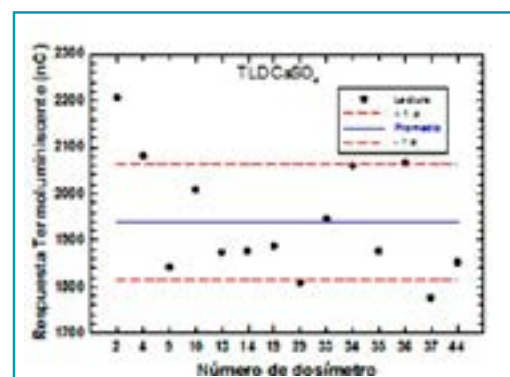
**Figura 3.** Lote nacional de LiF:MCP.



**Figura 4.** Lote comercial de LiF: MCP.



**Figura 5.** Lote comercial polaco de LiF: MCP.



**Figura 6.** Lote comercial de CaSO<sub>4</sub>.

## CONCLUSIONES

Se han caracterizado los materiales TLD-100, LiF: MCP y  $\text{CaSO}_4$ : Dy usando rayos X de 100 keV. Para esto se determinaron la respuesta termoluminiscente y la homogeneidad. El LiF: MCP comercial de origen polaco es el que presentó la mayor intensidad termoluminiscente, mientras que el TLD-100 de origen comercial fue el de menor intensidad. Hay que señalar que el TLD-100 es uno de los más usados a nivel mundial en la dosimetría; sin embargo, para los rayos X hay materiales TLD que tienen una mejor eficiencia de detección. Sería mejor usar LiF: MCP como dosímetro clínico. El lote que tuvo la mejor homogeneidad fue el de LiF: MCP comercial.

## REFERENCIAS

- ALCARAZ, B. M. (2003). *Bases físicas y biológicas del radiodiagnóstico médico* (pp.58-59). (2 ed.). España: Universidad de Murcia.
- BOS, A. J. J. (2007). Theory of thermoluminescence. *Radiation Measurements*, 41, S45-S56.
- CHEN, T. C. y STOEBE, T. G. (2002). Role of impurities in the thermoluminescence of LiF: Mg,Cu,P. *Radiation Protection Dosimetry*, 100(1-4): 243-246.
- JANKOWSKI, J. y STANISZEWSKA, M. A. (2000). Methodology for the set-up of a quality control system for diagnostic X-ray units in Poland. *Radiation Protection Dosimetry*, 90(1-2): 259-262.
- POSTON, J. W. (2005). External dosimetry and personnel dosimetry. *Health Physics*, 88(4): 557-564.
- RIVERA, T. (2011). Termoluminiscencia en dosimetría médica. *XII International Symposium/XXII National Congress on Solid State Dosimetry*. Mexico city. Sept. 5-9, 2011: 164-176.



## UN MODELO BAYESIANO PARA DATOS DE DEGRADACIÓN LINEAL

Silvia Rodríguez Narciso<sup>1</sup>, J. Andrés Christen,  
Netzahualcóyotl Castañeda Leyva

**Palabras clave:** bayesiana, degradación, tiempos de vida.

### INTRODUCCIÓN

En confiabilidad, un tipo de pruebas de gran utilidad son las pruebas de degradación, ya que proporcionan información para estimar la distribución del tiempo de vida de productos donde su tiempo a la falla es resultado de un proceso de desgaste a lo largo del tiempo o del uso. Particularmente, en productos con un alto nivel de confiabilidad, este tipo de pruebas son más informativas que las pruebas tradicionales de vida que registran solo tiempos a la falla. Aun cuando las unidades no fallen durante el tiempo de duración de la prueba, los datos obtenidos son útiles para estudiar la distribución del tiempo de vida. En pruebas de degradación se obtienen mediciones del desgaste para cada unidad en muestra en diferentes tiempos y se establece un límite permisible de uso, al cual se le conoce como nivel crítico de degradación. Cuando una unidad alcanza este nivel crítico se considera que ha fallado.

En la modelación y análisis estadístico de los datos de degradación se han manejado los enfoques clásico y bayesiano. Freitas, Dos Santos, Pires y Colosimo (2010) presentan un panorama extenso sobre trabajos desarrollados siguiendo los paradigmas mencionados. Bajo el enfoque clásico existen diversos trabajos encaminados a resolver problemas en pruebas de degradación. Algunos de ellos se encuentran en Lu y Meeker (1993), Meeker y Escobar (1998). Dentro del enfoque bayesiano existe una menor cantidad de referencias en este tema. Algunas de estas referencias son: Robinson y Crowder (2000), Hamada, Wilson, Reese y Martz (2008), entre otros. En el enfoque bayesiano se tiene la ventaja de poder incluir información sobre los parámetros desconocidos del modelo y que no está contenida en la muestra de estudio. Esta información puede provenir del conocimiento físico o químico del fenómeno, de la experiencia del personal encargado del proceso o bien de estudios anteriores similares al fenómeno de interés. Además, la inferencia estadística bajo el paradigma bayesiano considera las reglas de la probabilidad y no requiere de aproximaciones o de grandes muestras.

En la literatura es común modelar los datos de degradación mediante modelos de efectos mixtos o aleatorios, o modelos jerárquicos. El modelo de degradación lineal que presentamos

---

1 Departamento de Estadística, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: srodrign@correo.uaa.mx

en este trabajo es más simple que los modelos mencionados y permite integrar conjuntamente la información que proporciona cada una de las unidades en muestra. Este modelo sigue un enfoque bayesiano. De manera similar al procedimiento presentado por Lu y Meeker (1993), en nuestro modelo propuesto también se estiman los efectos aleatorios, pero en una sola etapa y al mismo tiempo que los parámetros comunes a todas las unidades.

## METODOLOGÍA

Una forma de describir los datos obtenidos en un proceso de degradación ha sido a través de un modelo general estadístico, donde la degradación es vista como una función que depende del tiempo, de parámetros y de efectos aleatorios. Se asume que los efectos aleatorios se comportan bajo una distribución de probabilidad que depende a su vez de parámetros desconocidos. Estos modelos son conocidos como modelos de efectos mixtos. Dichos modelos son de tipo jerárquico. Bajo un esquema bayesiano, donde los parámetros siguen una distribución *a priori*, los modelos de efectos mixtos se vuelven aún más complejos. En este trabajo se modelan los datos de degradación bajo un modelo lineal, pero de una forma simplificada y asumiendo un enfoque bayesiano.

Sea el modelo del proceso de degradación lineal bayesiano

$$\begin{aligned} y_{ij} &= D_j(t_i, \beta) + \varepsilon_{ij} \\ &= \beta_0 + \beta_1 t_i + \theta_0^j + \theta_1^j t_i + \varepsilon_{ij} \\ &= (\beta_0 + \theta_0^j) + (\beta_1 + \theta_1^j) t_i + \varepsilon_{ij}; \end{aligned} \quad (1)$$

para  $i = 1, \dots, k$  y  $j = 1, \dots, m$ , donde  $y_{ij}$  es la degradación observada de la unidad  $j$  al tiempo  $t_i$ , con  $m$  unidades observadas en  $k$  tiempos:  $0 \leq t_1 < \dots < t_k$ . Donde el vector de parámetros es  $\beta = (\beta_0, \beta_1, \theta_0^1, \dots, \theta_0^m, \theta_1^1, \dots, \theta_1^m)'$ , los errores  $\varepsilon_{ij}$  son independientes y tienen una distribución normal de media cero y precisión  $T > 0$ , es decir, con varianza  $1/T$ . Los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son comunes a las unidades, mientras que los parámetros  $\theta_0^j$  y  $\theta_1^j$  corresponden a características individuales de la unidad  $j$ . La variabilidad entre las unidades se explica por los parámetros  $\theta_0^j$  y  $\theta_1^j$ , siendo estos diferentes para cada unidad. Los errores  $\varepsilon_{ij}$  explican la variabilidad dentro de la unidad, que es causada por los instrumentos de medición, condiciones ambientales o cualquier otro factor no controlable o desconocido. Al considerar a  $\theta_0^j$  y  $\theta_1^j$  como parámetros, permite simplificar el modelo, ya que de lo contrario se tendría un modelo jerárquico bayesiano.

Para la unidad  $j$ , el proceso de degradación  $D_j(t, \beta)$  es una función temporal de forma conocida que está explicada ya sea por la teoría física y química, o bien por un modelo propuesto por el personal encargado del proceso de desgaste.

La forma matricial del modelo lineal bayesiano (1) es

$$y = X\beta + \varepsilon,$$

donde  $y$  es el vector de medidas de degradación,  $X$  es la matriz de diseño correspondiente,  $\varepsilon$  vector de errores y  $n = km$  y  $p = 2(m + 1)$ . La estructura del modelo anterior es similar a la que se muestra en Lu y Meeker (1993) y en Meeker y Escobar (1998), donde la variabilidad dentro de las unidades se explica mediante un modelo de efectos mixtos. Sin embargo, en este trabajo, consideramos a  $\theta_0^j$  y  $\theta_1^j$  como parámetros, en lugar de efectos aleatorios.

Para que el modelo anterior esté completamente especificado falta plantear la estructura bayesiana. En modelos lineales bayesianos es común que la distribución a priori de los parámetros sea una normal gamma, ver Congdon (2006). De este modo se asume que la distribución a priori de los  $(\beta, T)$  está dada como

$$(\beta | \tau) \sim N(\mathbf{b}, \tau^{-1} \mathbf{P}^{-1}) \quad \text{y} \quad \tau \sim \text{gamma}(\alpha, \gamma),$$

donde  $\mathbf{b}$  es la media (condicional e incondicional) de  $B$  de dimensión  $p$ , la matriz positiva definida (y simétrica)  $\tau^{-1} \mathbf{P}^{-1}$  de  $p \times p$  es la matriz de covarianza, y  $\alpha > 0$  y  $\gamma > 0$  son los parámetros de forma y tasa de la distribución gamma; respectivamente.

Se puede notar que en la especificación del modelo se genera multicolinealidad, ya que hay dependencia lineal en las columnas de la matriz  $X$ . Esto ocasiona que la matriz  $X'X$  sea singular y que en consecuencia el vector de parámetros  $\beta$  no sea estadísticamente identificable. Bajo el enfoque clásico de verosimilitud o de mínimos cuadrados no sería posible estimarlo. Afortunadamente, en el enfoque bayesiano esto no representa un problema, cuando contamos con una distribución a priori que permite incluir conocimiento previo sobre los parámetros. Así aun con la presencia de multicolinealidad es posible conducir una inferencia bayesiana de los parámetros de interés del modelo planteado en este trabajo, definiendo una distribución a priori apropiada e informativa de los parámetros del modelo. La singularidad de  $X'X$  se enmienda por la inclusión de la evidencia a priori. Cabe mencionar que la distribución posterior puede ser sensible a ligeros cambios en las elecciones de la distribución a priori, se puede consultar a Leamer (1973). Adicionalmente se recomienda realizar un análisis de sensibilidad para detectar inestabilidad o cambios no razonables de la distribución posterior.

Para implementar el análisis bayesiano es necesario obtener la distribución posterior de los parámetros  $\beta$  y  $T$ . La familia de distribuciones normal-gamma es una familia conjugada, por lo que a partir de la distribución a priori se obtuvo que la distribución posterior de  $(\beta, T)$ , dados los datos de degradación y coincide con la estructura de una distribución normal-gamma de ciertos parámetros. La distribución posterior marginal de dicho parámetro  $\beta$  está dada como

$$f(\beta | \mathbf{y}) \propto \Gamma\left(\frac{n+\gamma+2\alpha}{2}\right) (\gamma + c)^{\frac{-n+\gamma}{2}} \left[1 + \frac{1}{v}(\beta - \mu_\beta)' \left\{\frac{v}{2(\gamma+c)} \mathbf{Q}\right\} (\beta - \mu_\beta)\right]^{-\frac{n+\gamma}{2}}, \quad (2)$$

con  $v = n + 2\alpha$ . Esta expresión tiene la forma de una distribución  $t$ -Student multivariada de dimensión  $p$ , de  $v$  grados de libertad, de media posterior y matriz de escala.

$$\mu_\beta = \mathbf{Q}^{-1} (\mathbf{X}'\mathbf{y} + \mathbf{P}\mathbf{b}) \quad \text{y} \quad \tilde{\mathbf{P}}^{-1} = \left(\frac{v}{2(\gamma+c)} \mathbf{Q}\right)^{-1}, \quad (3), \text{respectivamente.}$$

Donde  $\mathbf{Q} = \mathbf{X}'\mathbf{X} + \mathbf{P}$  y  $c = \frac{1}{2}(\mathbf{y}'\mathbf{y} + \mathbf{b}'\mathbf{P}\mathbf{b} - \mu_\beta' \mathbf{Q} \mu_\beta)$ .

Hay que recordar que en el análisis de confiabilidad usualmente uno de los objetivos es conocer la distribución del tiempo a la falla o alguna característica de dicha distribución. Una unidad particular ha fallado cuando su degradación ha alcanzado un nivel crítico fijo  $D_j > 0$ . La falla de la unidad  $j$  ocurre al tiempo  $T_j$ , donde

$$T_j = \min \{t \geq 0 : D_j(t, \beta) \geq D_j\}; \quad j = 1, \dots, m$$

$$P(T_j > t) = P(D_j(t) < D_j); \quad t \geq 0.$$

La trayectoria  $D_j(t)$  al tiempo  $t$  tiene una distribución  $t$ -Student univariada de  $v$  grados de libertad de media y varianza

$$\begin{aligned}\mu_j(t) &= \mu_{\beta_0} + \mu_{\beta_1}t + \mu_{\theta_0} + \mu_{\theta_1}t \\ \sigma_j^2(t) &= [\sigma_{\beta_0}^2 + \sigma_{\theta_0}^2] + 2[\sigma_{\beta_0\beta_1} + \sigma_{\theta_0\theta_1}]t + [\sigma_{\beta_1}^2 + \sigma_{\theta_1}^2]t^2.\end{aligned}$$

Se definirá la trayectoria de degradación global de las  $m$  unidades muestrales como  $D(t) = D_j(t); t \geq 0$ , donde  $J$  es una unidad seleccionada al azar, es decir,  $J$  tiene una distribución uniforme discreta en  $\{1, \dots, m\}$ . Igualmente, la trayectoria de degradación global tiene asociado el tiempo de falla global  $T = T_j$ , el cual satisface

$$P(T > t) = P(D(t) < D_f) = P(D_j(t) < D_f); \quad t \geq 0.$$

El tiempo de falla global representa a los tiempos de falla de las  $m$  unidades en operación. Entonces la distribución posterior de  $D(t)$  es

$$F_{D(t)}(d | \mathbf{y}) = \sum_{j=1}^m P(D_j(t) \leq d | J = j, \mathbf{y}) P(J = j | \mathbf{y}) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Phi_\nu \left( \frac{d - \mu_j(t)}{\sigma_j^*(t)} \right); \quad d \in \mathbf{R},$$

donde  $\Phi_\nu(\cdot)$  es la distribución  $t$ -Student univariada estándar de  $\nu$  grados de libertad, y  $\sigma_j^*(t) = \sqrt{\frac{\nu-2}{\nu}} \sigma_j(t)$ . La distribución posterior de  $D(t)$  es una mezcla de  $m$  distribuciones  $t$ -Student univariadas con el mismo número de grados de libertad, con cierta media y varianza posteriores. La incertidumbre de la distribución posterior de la degradación global incluye la incertidumbre paramétrica y la incertidumbre muestral (entre las unidades). Además al incrementar el número de unidades en la muestra, la incertidumbre paramétrica decrece a cero mientras que la variabilidad muestral tiende a la variabilidad presente entre las unidades de la población. De lo anterior se obtiene que la distribución posterior del tiempo global de falla  $T$  es

$$F_T(t | \mathbf{y}) = 1 - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \Phi_\nu \left( \sqrt{\frac{\nu}{\nu-2}} \frac{D_f - (\mu_{\beta_0} + \mu_{\theta_0}) - (\mu_{\beta_1} + \mu_{\theta_1})t}{\sqrt{(\sigma_{\beta_0}^2 + \sigma_{\theta_0}^2) + 2(\sigma_{\beta_0\beta_1} + \sigma_{\theta_0\theta_1})t + (\sigma_{\beta_1}^2 + \sigma_{\theta_1}^2)t^2}} \right). \quad (4)$$

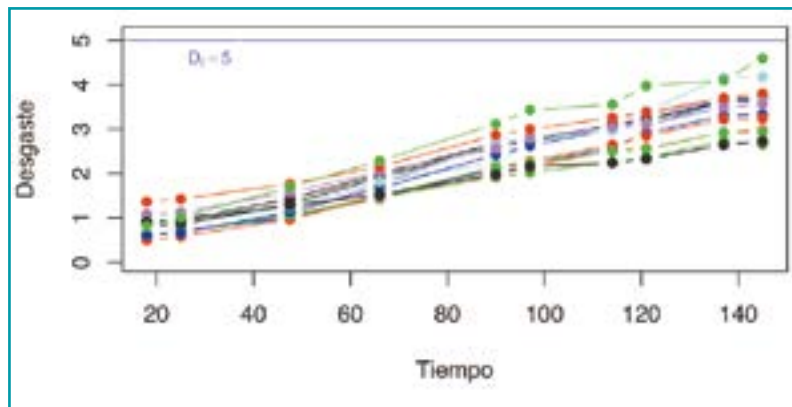
Esto es, la probabilidad de que la trayectoria de degradación global no exceda el nivel crítico  $D_f$  es un promedio de las correspondientes probabilidades de falla de las unidades de la muestra. Este hecho permite concluir que la trayectoria global es una vía apropiada para realizar inferencias de la distribución del tiempo de falla en un proceso de degradación. Es importante mencionar que bajo un enfoque bayesiano es difícil que la distribución del tiempo a la falla tenga una forma explícita. En este caso fue posible gracias a la estructura que se manejó en la modelación de los datos de degradación.

Los resultados obtenidos se aplicaron a un conjunto de datos de degradación simulados y reales. Enseguida se presenta uno de los ejemplos de datos reales:

Los datos que se presentan fueron obtenidos en el Laboratorio MABE en Querétaro, México, véase Peña de la Mora (2003). Los datos fueron obtenidos en un estudio de degradación acelerada para evaluar la confiabilidad de la laca protectora que se aplica en láminas de acero para diferentes proveedores. La variable de respuesta es la degradación del color de la laca en el tiempo. En el proceso de degradación la laca pasa de blanco a amarillo. En este estudio la temperatura actúa como un factor de aceleración. En el diseño original se consideraron tres niveles de temperatura: 167, 175 y 182 °C. En este caso solo se utilizaron los datos para el nivel más bajo de temperatura.

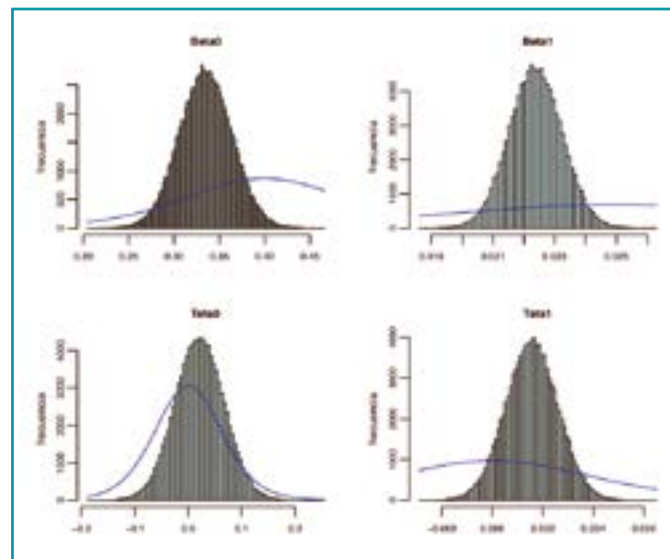
La base de datos consiste en  $m=15$  láminas de acero medidas en los tiempos de observación (en horas): 18, 25, 47.5, 66, 90, 97, 114, 121, 137 y 145.

En la figura 1 se observa una tendencia lineal y creciente de las trayectorias de degradación, al igual que la aleatoriedad de sus interceptos y pendientes. Así, el modelo propuesto es un fuerte candidato para explicar el comportamiento del fenómeno de la degradación del color.



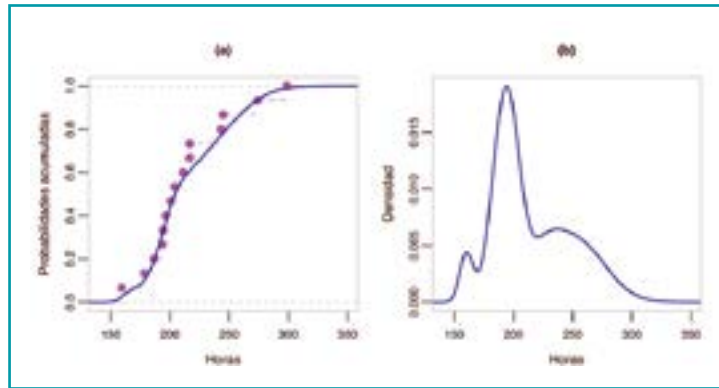
**Figura 1.** Gráfica de las trayectorias de degradación de color de las lacas.

Para establecer la distribución a priori se consideró parte de la información obtenida para los niveles de temperatura de 175 y 182 °C. En la figura 2 se observa que las distribuciones marginales posteriores de los parámetros comunes  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son estrechas y que las distribuciones a priori informativas no influyen significativamente en el comportamiento de las distribuciones posteriores. Sin pérdida de generalidad en la figura 2 se presentan las distribuciones marginales posteriores de  $\theta_0^j$  y  $\theta_1^j$  para  $j=1$ , así como las distribuciones a priori asociadas. En estas gráficas se observa un comportamiento similar al que muestran las distribuciones posteriores de  $\beta_0$  y  $\beta_1$ .



**Figura 2.** Histogramas de distribuciones marginales posteriores de los parámetros  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\theta_0^1$  y  $\theta_1^1$ , junto con respectivas densidades a priori para la degradación de color.

En la figura 3 se observa que la distribución del tiempo a la falla obtenida con el modelo propuesto se aproxima razonablemente a la distribución empírica de las pseudofallas, especialmente en la cola inferior. La función de densidad de los tiempos a la falla es multimodal, ya que se trata de una mezcla de distribuciones. Los resultados



**Figura 3. a)** Gráfica de función de distribución del tiempo a la falla de la degradación de color y distribución empírica de las pseudofallas.  
**b)** Correspondiente función de densidad del tiempo a la falla.

permiten concluir que la función de distribución del tiempo de vida global es una buena aproximación de la función de distribución del tiempo de falla.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se modelaron datos de degradación bajo un modelo lineal bayesiano y se logró con ello una simplificación en la inferencia bayesiana. Considerando datos de degradación simulados y reales se realizó un análisis de sensibilidad y pruebas de bondad de ajuste del modelo propuesto, donde los resultados obtenidos fueron robustos y precisos. La definición de una trayectoria global permitió obtener una forma explícita de la distribución posterior del tiempo a la falla como una mezcla finita de distribuciones t-Student. La función de distribución del tiempo de vida global es una buena aproximación de la función de distribución del tiempo de falla poblacional.

## REFERENCIAS

- CONGDON, P. (2006). *Bayesian Statistical Modelling* (2<sup>nd</sup> ed.). Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons, Ltd.
- FREITAS, M. A., DOS SANTOS, T. R., PIRES, M. C. & COLOSIMO, E. A. (2010). A closer look at degradation models: classical and Bayesian approach. In *Advances in Degradation Modeling* (pp. 157-180). Cambridge, MA, US: Birkhäuser Publishing Ltd.
- HAMADA, M. S., WILSON, A. G., REESE, C. S. & MARTZ, H. E. (2008). *Bayesian Reliability*. New York, US: Springer-Verlag.
- LEAMER, E. E. (1973). Multicollinearity: a Bayesian Interpretation. *The Review of Economics and Statistics*, 55(3): 371-380.
- LU, C. J. & MEEKER, W. Q. (1993). Using degradation measures to estimate a time-to-failure distribution. *Technometrics*, 34, 161-174.
- MEEKER, W. Q. & ESCOBAR, L. A. (1998). *Statistical Methods for Reliability Data*. John Wiley & Sons, Inc.
- PEÑA DE LA MORA, E. (2003). *Desarrollo de una laca para recubrir acero inoxidable*. Tesina para obtener la especialidad en Estadística CIMAT-MABE.
- ROBINSON, M. E. & CROWDER, M. J. (2000). Bayesian Methods for a Growth-Curve Degradation Model with Repeated Measures. *Lifetime Data Analysis*, 6(4): 357-374.

## ANÁLISIS DE TIEMPOS DE SUPERVIVENCIA Y EVENTOS RECURRENTE PARA PACIENTES CON CÁNCER DE MAMA

Angélica Hernández Quintero<sup>1</sup>, Rubí Romero Ayala

**Palabras clave:** análisis de supervivencia, estimador Kaplan-Meier, modelo de riesgos proporcionales de Cox, cópula Frank.

### INTRODUCCIÓN

La OMS (Organización Mundial de la Salud) en 2012 estableció que a nivel mundial el cáncer es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad; asimismo, reportó que hubo 14 millones de nuevos casos y 8.2 millones de muertes relacionadas con el cáncer. Los tipos de cáncer más frecuentes que se registraron en 2012 fueron de pulmón, de próstata, de colon y recto, de estómago e hígado, y se pronosticó que el número de nuevos casos se incrementará en 70% en los próximos años. En Estados Unidos de América se tiene una cifra elevada de muertes por cáncer, debido a esto, en 1937 se fundó el National Cancer Institute (NCI) para el estudio y pronóstico del cáncer. El NCI para alcanzar sus objetivos desarrolló el programa de Surveillance, Epidemiology, and Results (SEER), el cual tiene como función recolectar información de pacientes diagnosticados con cualquier tipo de cáncer en ciertas áreas geográficas de Estados Unidos. La información que incluye la base SEER es información personal y la historia clínica en relación con el cáncer de cada paciente registrado. Los datos de la base SEER son de acceso público con la finalidad de que sean analizados para obtener información sobre el análisis y/o control de la enfermedad.

El presente trabajo tuvo como finalidad mostrar herramientas estadísticas sencillas que permitan estudiar los tiempos de supervivencia y las dependencias entre los tiempos de recurrencia de pacientes de cáncer de mama. En particular, tres objetivos de estudio fueron de interés en el presente trabajo: el primero es estudiar el comportamiento de los tiempos de vida de los pacientes con cáncer de mama a partir del primer diagnóstico de la enfermedad. El segundo, identificar cuáles son las características clínicas de los pacientes de cáncer de mama que intervienen en mayor medida en la muerte de los pacientes. Y el tercero, estudiar la dependencia entre los tiempos de recurrencia.

### METODOLOGÍA

Para dar respuesta al primer objetivo se utilizó la teoría de análisis de supervivencia, se propone el uso del estimador no paramétrico Kaplan-Meier para calcular las curvas de supervivencia, como

1 Departamento de Estadística, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correo electrónico: angelica.hernandez.q@gmail.com

se puede ver en Collet (2003) y Hernández (2012). Para realizar la comparación de curvas de supervivencia de dos grupos se propone utilizar la prueba de de log-rank o la prueba de Gehan (Hernández, 2012).

Para dar respuesta al segundo objetivo se utilizó el modelo de riesgos proporcionales de Cox, el cual permite incluir variables explicativas para ver qué factores intervienen en la supervivencia del paciente. Este modelo propone expresar a la fuerza de mortalidad como  $\lambda(t|x) = \lambda_0(t) \exp(\beta'x)$ , donde  $\lambda_0(t)$  es una fuerza de mortalidad base y  $\beta$  es el vector de coeficientes de regresión. Si al estimar el vector  $\beta$  se obtiene que la componente  $\beta_j$  tiene signo positivo, indica que la variable explicativa  $x_j$  aumenta la tasa de riesgo y, por tanto, afecta de manera negativa a la supervivencia del paciente, pero si  $\beta_j$  tiene signo negativo, indica que la variable explicativa  $x_j$  favorece la supervivencia del paciente, y si  $\beta_j = 0$ , entonces la variable explicativa  $x_j$  no tiene ningún efecto en la supervivencia del paciente. El modelo de Cox se caracteriza por no especificar una forma paramétrica de la fuerza de mortalidad base  $\lambda_0(t)$ , por lo cual se le considera un modelo semiparamétrico.

Finalmente, para dar respuesta al tercer objetivo se propone utilizar modelos cópula. La palabra cópula proviene del latín *copula* que significa lazo o vínculo, la función cópula permite la modelación de datos, para los cuales la dependencia entre variables aleatorias es importante y el supuesto de normalidad no se cumple. Nelsen (2006) define a la función cópula bivariada como:

“Una cópula bidimensional  $C$  es una función de  $[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$  que satisface dos condiciones:

\* De acotamiento, sean  $u, v \in [0,1]$  entonces,  $C(u,0) = C(0,v) = 0$ ,  $C(u,1) = u$ ,  $C(1,v) = v$ .

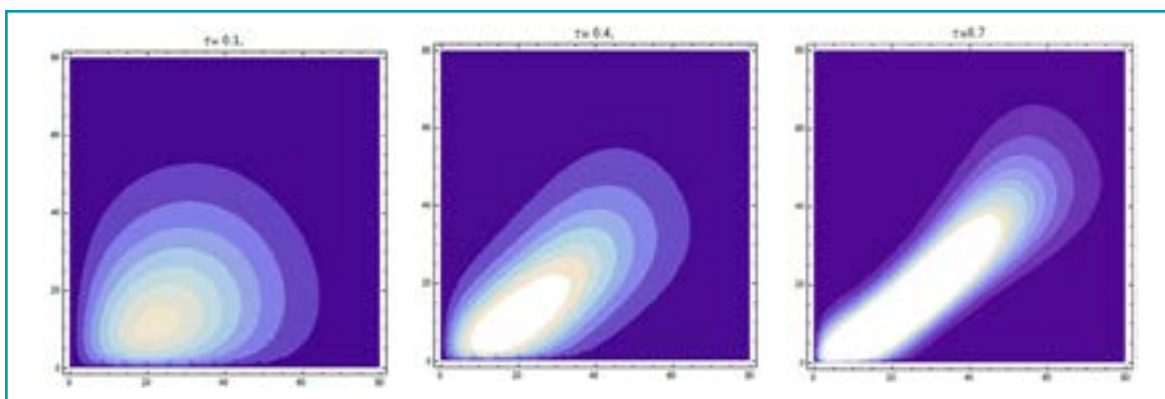
\* De incremento, sean  $u_1, u_2, v_1, v_2 \in [0,1]$  tales que  $u_1 \leq u_2$  y  $v_1 \leq v_2$ , entonces  $C(u_2, v_2) - C(u_2, v_1) - C(u_1, v_2) + C(u_1, v_1) \geq 0$ .”

Un resultado importante de las funciones cópula es el teorema de Sklar, el cual establece que: Dadas  $X, Y$ , dos variables aleatorias con función de distribución conjunta  $H$  y marginales  $F, G$ , respectivamente. Entonces existe una función cópula tal que satisface  $H(x,y) = C(F(x), G(y); \alpha)$  para todo  $x, y$  números reales y  $\alpha$  denota el parámetro de dependencia.

Existen diferentes familias de funciones, en particular una de ellas es la cópula Frank, la cual es definida como

$$C(u, v; \alpha) = \frac{1}{\alpha} \log \left[ 1 + \frac{(e^{-\alpha u} - 1)(e^{-\alpha v} - 1)}{(e^{-\alpha} - 1)} \right].$$

Las cópulas proveen una manera natural y sencilla de estudiar y medir dependencia entre dos o más variables aleatorias. Una medida de dependencia es la  $\tau$  de Kendall, que se define como:  $\tau(X, Y) = 4 \int_0^1 \int_0^1 C(u, v) d(Cu, v) - 1$ . En particular, la expresión de la  $\tau$  de Kendall para la cópula Frank es la siguiente,  $\tau = 1 - \frac{4}{\alpha} \left[ 1 - \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha \frac{t}{e^t - 1} dt \right]$ . En la figura 1 se pueden apreciar diferentes contornos de la cópula Frank para diferentes valores de la  $\tau$  de Kendall, observe que



**Figura 1.** Contornos de la función cópula Frank, si se considera que  $T1 \sim \text{Weibull}(0.028, 2)$ ,  $T2 \sim \text{Weibull}(0.039, 1.5)$  y diferentes valores de la  $\tau$  de Kendall.



conforme la dependencia aumenta el contorno va alargándose, y para dependencias bajas los datos se concentran en la esquina inferior izquierda.

Para llevar a cabo la estimación de los parámetros y analizar la dependencia de tiempos de recurrencia se utilizó el método de máxima verosimilitud como sigue: sean  $(t_{1i}, t_{2i})$  los tiempos entre recurrencias del  $i$ -ésimo paciente; es decir, el tiempo entre el primer y segundo diagnóstico y el segundo y tercer diagnóstico, respectivamente. Considere que  $t_{1i}, t_{2i}$  son realizaciones de las variables aleatoria  $T_1$  y  $T_2$  tales que  $T_1 \sim F_1(t_1, \gamma_1)$  y  $T_2 \sim F_2(t_2, \gamma_2)$ , donde  $\gamma_1$  y  $\gamma_2$  son vectores de parámetros asociados a cada una de las distribuciones marginales. Sea  $f_j(t_j, \gamma_j) = \frac{dF_j(t_j, \gamma_j)}{dt}$  para  $j = 1, 2$  la función de densidad para la variable aleatoria  $T_j$ . La función de densidad de la cópula es definida como:

$$c(F_1(T_1; \gamma_1), F_2(T_2; \gamma_2); \alpha) = \frac{\partial^2 C(F_1(T_1; \gamma_1), F_2(T_2; \gamma_2); \alpha)}{\partial T_1 \partial T_2} \quad (1)$$

$$= C_{12}(F_1(T_1; \gamma_1), F_2(T_2; \gamma_2); \alpha) f_1(T_1; \gamma_1) f_2(T_2; \gamma_2)$$

donde,  $C_{12}(F_1(T_1; \gamma_1), F_2(T_2; \gamma_2); \alpha) = \frac{\partial^2 C(F_1(T_1; \gamma_1), F_2(T_2; \gamma_2); \alpha)}{\partial T_1 \partial T_2}$ . Utilizando la ecuación (1) la función de máxima verosimilitud es expresada como

$$l(t_{1i}, t_{2i}, \gamma_1, \gamma_2, \alpha) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 \ln f_{ji}(t_{ji}; \gamma_j) + \sum_{i=1}^n C_{12}(F_1(t_{1i}; \gamma_1), F_2(t_{2i}; \gamma_2); \alpha) \quad (2)$$

La base de datos que fue analizada fue la base de datos SEER, la cual contiene información de mujeres diagnosticadas con cáncer de mama desde enero de 1979 hasta diciembre de 2010. El número de pacientes que se obtuvo de la base de datos fue: total de pacientes sin recurrencias 550,593 y el total de pacientes con dos recurrencias 2,346. Algunas características del paciente que fueron estudiadas comprenden el grupo de edad (variable categorizada por quinquenios), lateralidad (variable cualitativa que identifica en qué mama se originó el tumor primario, izquierda, derecha o en ambas), sitio primario (variable cualitativa qué región se originó el(los) tumor(es) primarios diagnosticado(s): pezón, porción central de la mama, cuadrante superior interno de la mama, cuadrante inferior interno de la mama, cuadrante superior externo de la mama, cuadrante inferior externo de la mama, cola axilar de la mama, diferentes áreas de la mama afectadas), etapa (variable que indica la extensión o gravedad del cáncer: 0 in situ, 1 localizado, 2 regional, 4 metástasis), tamaño (variable cuantitativa que identifica el tamaño en milímetros del tumor primario), nodos (número de ganglios linfáticos que resultaron contener metástasis) y tratamiento (denotado por RX, hace referencia a qué tipo de tratamiento se le efectuó al paciente, 0-no hay radiación y/o cirugía, 2-radiación antes de la cirugía, 3 radiación después de la cirugía, 4 radiación antes y después de la cirugía).

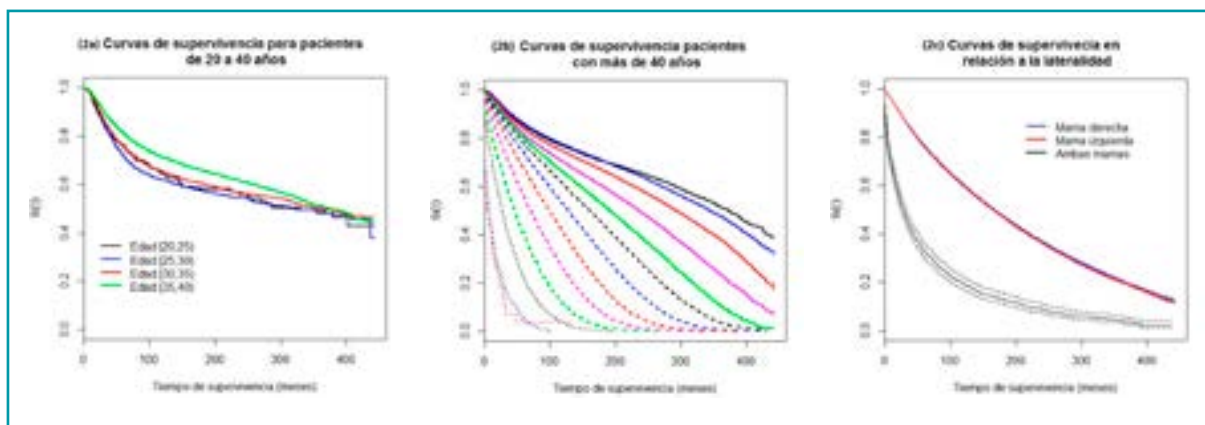
Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa informático estadístico R versión 3.1.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en esta sección se encuentran dados a un nivel de significancia de 5%. Algunos resultados relevantes en la investigación se presentan en la figura 2, donde se muestran las curvas de supervivencia (en meses) con respecto al grupo de edad para pacientes que han sido diagnosticadas con cáncer de mama sólo una vez. En la figura 2a se pueden observar las curvas de supervivencia para pacientes entre 20 y 39 años, con la prueba de log-rank se concluyó que las cuatro curvas de supervivencia difieren y además se observa que las pacientes entre 30 y 40 años tienen mayores probabilidades de sobrevivir que las que se encuentran entre los 20 y 29 años; en los cuatro grupos de edad la mayoría de las pacientes se encuentran en las etapas 1 y 2. En la figura 2b se observan las curvas de supervivencia para los grupos de edad mayores a 40 años, de acuerdo al test de log-rank todas las curvas de supervivencia difieren, además las curvas de supervivencia que se aprecian van en forma decreciente conforme

el grupo de edad va avanzando, hay que verificar si este hecho es efecto del padecimiento o de la edad. En la figura 2c se muestran las curvas de supervivencia obtenidas en relación con la variable lateralidad. Con la prueba de Gehan se obtuvo que las curvas de supervivencia difieren estadísticamente. La figura muestra que los pacientes que presentan cáncer en la mama derecha tienen mayores probabilidades de sobrevivir con respecto a los pacientes que son diagnosticados en la mama izquierda o en ambas, observe como influye considerablemente en las probabilidades de sobrevivir si un paciente es diagnosticado con cáncer en ambas mamas.

En la tabla 1 se muestran los valores de los coeficientes de regresión del modelo de riesgos proporcionales de Cox para los pacientes que han sido diagnosticados con cáncer de mama una sola vez, del análisis estadístico se obtuvo que las variables que influyen en la supervivencia son edad, tamaño de tumor, número de nodos, etapa, sitio primario y tipo de tratamiento. La selección de variables se realizó a través del método de eliminación hacia atrás. Obsérvese que todas las variables influyen de manera negativa a la supervivencia excepto tipo de tratamiento, la cual beneficia la supervivencia de los pacientes, aunque el realizar radiación antes y después de la cirugía no resultó significativo para la supervivencia del paciente. La variable que tiene mayor efecto en la supervivencia es la variable etapa, en particular el diagnosticar al paciente en la etapa 4; es decir, presenta metástasis, afecta considerablemente en su supervivencia.



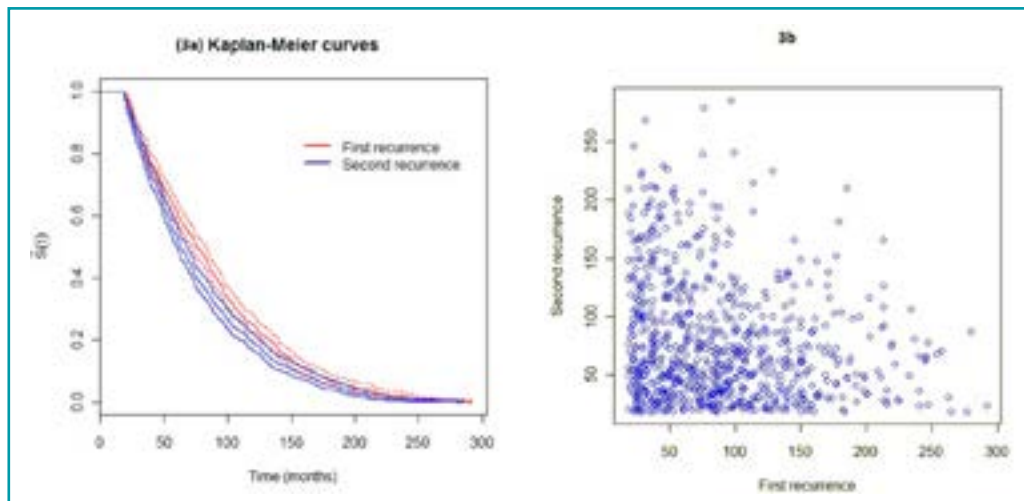
**Figura 2.** Curvas de supervivencia en meses obtenidas con el estimador Kaplan-Meier para pacientes con un solo diagnóstico, de acuerdo con la variable edad (figura 2a y 2b) y de acuerdo a la variable lateralidad (2c). La gráfica 2c muestra los intervalos de confianza a 95%.

**Tabla 1.** Coeficientes de regresión al aplicar el modelo de riesgos proporcionales de Cox de las variables estadísticamente significativas, y sus respectivos errores estándar

Variable	Coefficiente	Error estándar	Variable	Coefficiente	Error estándar
edad	4.98E-02	4.35E-04	Distintas áreas	1.22E-01	5.53E-02
Tamaño	3.09E-04	5.34E-05	C. superior interno	1.09E-01	5.67E-02
Rx 2	-1.60E-01	4.31E-02	C. inferior interno	1.28E-01	5.82E-02
Rx 3	-3.76E-01	1.13E-02	C. inferior externo	1.14E-01	5.74E-02
Etapa 2	1.32E+00	3.50E-02	Nodos	9.09E-02	2.25E-02
Etapa 3	2.74E+00	4.23E-02			

En la figura 3a se muestran las curvas de supervivencia para los tiempos de recurrencia de  $T_1$  y  $T_2$ , donde  $T_1$  denota el tiempo transcurrido entre el primer y segundo diagnóstico, primer tiempo de recurrencia, y  $T_2$  denota el tiempo transcurrido entre el segundo y el tercer diagnóstico, segundo tiempo de recurrencia. De acuerdo con la prueba de log-rank las curvas de supervivencia difieren, y de la figura 3a se puede observar que los tiempos de la segunda recurrencia son más cortos. La figura 3b muestra la gráfica de  $T_2$  vs.  $T_1$ , su comportamiento es muy parecido

a la cópula Frank, la información de Akaike confirmó este hecho. Se utilizó el test de Kolmogorov Smirnov para seleccionar las marginales de la función cópula, obteniendo que tanto  $T_1$  como  $T_2$  siguen una distribución Weibull. En la tabla 2 se muestran los valores de las estimaciones de la  $\tau$  de Kendall, a través de maximizar la ecuación (2), en relación con la edad de los pacientes al primer diagnóstico de cáncer de los grupos de edad que fueron significativos; se observa que la dependencia entre tiempos de recurrencia es significativa para edades mayores de 45, de hecho la dependencia que se obtuvo fue negativa, lo cual indica que a mayor es la edad más corto es el tiempo entre recurrencias y, más aún, la dependencia aumenta conforme la edad aumenta.



**Figura 3.** Curvas de supervivencia a través del estimador Kaplan-Meier para los tiempos entre recurrencias y sus intervalos de confianza del 95%, figura 3a. Figura 3b, gráfica del comportamiento  $T_2$  vs.  $T_1$ .

**Tabla 2.** Estimaciones de la  $\tau$  de Kendall, donde se consideran a  $T_1$  y  $T_2$  de acuerdo con la edad del paciente al primer diagnóstico, las cuales siguen una distribución Weibull y su respectivo valor  $p$

Cópula	[45, 50)	[50, 55)	[55, 60)	[60, 65)	[65, 70)
Frank	-0.148	-0.057	-0.136	-0.149	-0.16
P-valor	0.008	0.454	0.015	0.01	0.0054

En la tabla 3 se presentan los valores de la  $\tau$  de Kendall de acuerdo con el sitio primario con respecto al primer diagnóstico, observe que el sitio primario que implica mayor dependencia en los tiempos entre recurrencias es el cuadrante inferior interno, seguido del cuadrante superior externo.

**Tabla 3.** Estimaciones de la  $\tau$  de Kendall, donde se consideran a  $T_1$  y  $T_2$  de acuerdo con el sitio primario en el primer diagnóstico y su respectivo valor  $p$

Cópula	Cuadrante inferior interno	Cuadrante superior externo	Cuadrante inferior externo	Diferentes cuadrantes
Frank	-0.192	-0.16	-0.144	-0.133
P-valor	0.031	5.63E-05	0.093	0.011

## CONCLUSIONES

El presente trabajo presentó herramientas estadísticas sencillas para estudiar los tiempos de supervivencia y recurrencia para pacientes con cáncer de mama. Algunos de los resultados que aquí se presentaron tal vez ya son conocidos en el ámbito médico, pero lo que se buscó en este trabajo es dar sustento estadístico para dar tales conclusiones. Se encontró que a través de los modelos cópula se puede medir la dependencia entre tiempos de recurrencia de manera fácil. De acuerdo a nuestro análisis las dependencias entre recurrencias según la edad y el sitio primario fueron significativas pero muy bajas, como trabajo futuro se tiene pensado realizar este mismo análisis pero para grupos más homogéneos en términos del grupo de edad y tal vez en relación con el año de diagnóstico, pues no es lo mismo considerar un registro de una persona del año 1973 que el de una persona del año 2005; asimismo, se desea medir las dependencias del cáncer de mama en relación con otros tipos de cáncer.

## REFERENCIAS

COLLET, D. (2003). *Modeling survival data in medical research* (2ª ed.). Chapman & Hall.

HERNÁNDEZ QUINTERO, A. (2012). *Introducción a la inferencia estadística para datos de supervivencia*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Academia Española.

NELSEN R. B. (2006). *An introduction to copulas*. New York, US: Springer.

### Dictiotopografía

R CORE TEAM (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Australia: R foundation for Statistical Computing. Recuperado de <http://www.r-project.org/>

SEER (Surveillance, Epidemiology and End Results). *Program, Research data (1973-2009)*. National Cancer Institute, DCCPS, Surveillance research program, Surveillance Systems Branch, released April 2012, based on the November 2011 submission. Recuperado de <http://seer.cancer.gov/>

## MODELO DE LONGEVIDAD DE GOMPERTZ MAKEHAM\*

Netzahualcóyotl Castañeda Leyva<sup>1</sup>,  
Silvia Rodríguez Narciso

**Palabras clave:** distribución Gompertz, distribución Gompertz Makeham, longevidad, longevidad de México.

### INTRODUCCIÓN

El estudio de la longevidad de las poblaciones humanas es un tema cada vez de mayor interés. El riesgo de longevidad impacta en la sociedad en aspectos como salud, seguridad social, presupuestos gubernamentales, jubilación, seguros de vida, entre otros.

La modelación moderna de la longevidad se explica en términos de la edad de los individuos y la generación de estudio, así como considerando el efecto cohorte. Una gama amplia de modelos de longevidad se encuentra disponible en la literatura. De la misma destaca el modelo en Lee y Carter (1992), ampliamente utilizado. Este explica la tendencia de la función de riesgo o fuerza de la mortalidad  $\mu(x, t)$  en términos de la edad  $x$  y el tiempo de deceso  $t$ :

$$\log \mu(x, t) = \alpha(x) + \beta(x) \kappa(t) + \sigma \varepsilon(x, t), \text{ con } \varepsilon(x, t) \sim \text{i.i.d.N}(0,1). \quad (1)$$

Este es un modelo semiparamétrico, pues no asigna una forma específica a las funciones involucradas  $\alpha(x)$ ,  $\beta(x)$  y  $\kappa(t)$ . Aunque es factible estimar estos valores en una rejilla de puntos  $(x, t)$ , considerando las restricciones

$$\sum_x \beta(x) = 0 \quad \text{y} \quad \sum_t \kappa(t) = 1. \quad (2)$$

Un inconveniente importante del modelo de Lee Carter (1)-(2) es su inconsistencia ante la representación de la fuerza de mortalidad como la suma de fuerzas de causas independientes, como se explica en la siguiente sección.

Dentro de los modelos paramétricos para la longevidad destacan las familias de distribuciones Gompertz y Gompertz Makeham. En este trabajo se presentan las propiedades básicas de estas familias de distribuciones, así como una aplicación del modelo de Gompertz para la longevidad de mujeres de México, con datos de años recientes.

\* Proyecto de Investigación UAA PIM 13-6N.

<sup>1</sup> Departamento de Estadística, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: ncastane@correo.uaa.mx

## METODOLOGÍA

En esta sección se explicarán las características básicas del modelo de longevidad de Gompertz Makeham.

Sea  $X$  el tiempo de vida de un individuo seleccionado al azar de una población con función de riesgo o fuerza de mortalidad  $\mu(x) \geq 0$ , que satisface  $\int_0^{\infty} \mu(x) dx = \infty$ . La función de supervivencia es

$$S(x) = P(X > x) = e^{-\int_0^x \mu(u) du}, \quad x \geq 0. \quad (3)$$

La correspondiente función de densidad es

$$f(x) = -S'(x) = \mu(x) S(x); \quad x > 0.$$

La expresión (3) aplica a un modelo de mortalidad de una población específica de la raza humana, la cual contiene a todas sus generaciones; pues  $\mu(x)$  depende solo de la edad. La función de supervivencia condicional es

$$S(x+h|x) = P(X > x+h | X > x) = e^{-\int_x^{x+h} \mu(u) du}, \quad x, h \geq 0.$$

En particular, es de interés calcular la probabilidad de muerte en un año o menos de un individuo de edad  $x$ :

$$q_x = P(X < x+1 | X > x) = 1 - e^{-\int_x^{x+1} \mu(u) du}, \quad x \geq 0.$$

Defina a la distribución Gompertz Makeham a través de su fuerza de mortalidad como

$$\mu(x) = abe^{ax} + abc; \quad x \geq 0, \quad \text{con } a, b, c > 0. \quad (4)$$

El parámetro  $a$  es de tasa o bien  $1/a$  de escala. El factor  $B = ab$  es la mínima fuerza de mortalidad por causas naturales. La constante  $C = abc$ , es la fuerza común de los individuos de cualquier edad que exponen sus vidas a decesos por accidentes. En particular, si  $c = 0$  se obtiene la distribución de Gompertz; ver Marshall y Olkin (2007). La característica básica del modelo (4) es la forma exponencial de la fuerza de mortalidad con respecto a la edad. El primer término explica las defunciones por causas naturales, como enfermedades. El término constante se debe a la fuerza de muerte por causas no naturales o fortuitas, como accidentes u homicidios. La suma de las fuerzas de este modelo se explica de la siguiente manera. Sea  $X = X_1 \wedge X_2$ , con  $X_1$  y  $X_2$  dos variables aleatorias independientes. Entonces, la fuerza de  $X$  es la suma de las correspondientes fuerzas de  $X_1$  y  $X_2$ . En el caso de la distribución Gompertz Makeham,  $X_1$  representa al tiempo de muerte por causas naturales, que se asume de distribución Gompertz, mientras que por accidentes resulta  $X_2$ , con una distribución exponencial.

La función de supervivencia del modelo de Gompertz Makeham (4) es

$$S(x) = P(X > x) = e^{-b(e^{ax}-1) - abcx}, \quad x > 0,$$

con función de densidad

$$f(x) = ab(e^{ax} + c) e^{-b(e^{ax}-1) - abcx}, \quad x > 0 \quad (5)$$

La mediana se obtiene de la ecuación  $S(x) = 1/2$ , es decir

$$b(e^{ax} - 1) + abcx = \log 2.$$

En general, el cuantil  $x_p$  se obtiene resolviendo la ecuación  $S(x) = 1 - p$ :

$$b(e^{ax} + acx - 1) + \log(1 - p) = 0; \text{ para } 0 < p < 1.$$

Hay diversos métodos para obtener la solución de esta ecuación no lineal. El primer método que se tomará en cuenta es el algoritmo de Newton Raphson. Por Jodrá (2009), también se puede considerar la representación explícita de  $x_p$  en términos de la función de Lambert:

$$x_p = \frac{1}{a} \left( z - W \left( \frac{e^z}{c} \right) \right); \quad 0 < p < 1, \quad (6)$$

con  $z = (1 - (1/b) \log(1 - p)) / c$ , donde  $W$  es la rama principal de la función de Lambert; ver Barry, Parlange, Prommer, Cunningham y Stagnitti (2000, 2002). Cabe mencionar que para valores de  $p$  en el intervalo (0.9,1), la función de Lambert es difícil de calcular numéricamente. Esto se debe a que tanto  $W$  como su argumento toman valores muy grandes. Este defecto ocurre para cualquier valor del parámetro de tasa  $a$ , como se aprecia en el argumento de la función  $W$  de Lambert en (6).

Un candidato a moda de la distribución Gompertz Makeham es

$$\text{candidato a moda} = \frac{1}{a} \begin{cases} 0 \vee \log \frac{1-2bc + \sqrt{1-4bc}}{2} & 4bc \leq 1 \\ 0 & \text{o.c.} \end{cases}$$

Este valor será finalmente la moda, salvo la circunstancia de que la densidad evaluada en tal punto resulte menor o igual a  $f(0)$ . En tal caso, el cero es la única moda o lo son ambos puntos. Si  $bc > 1/4$ , se entiende que la moda es el cero.

La media que no tiene forma explícita, es la integral

$$EX = \int_0^{\infty} S(x) dx = \int_0^{\infty} e^{-b(e^{ax}-1)-abcx} dx.$$

Una característica importante de la familia de distribuciones de Gompertz Makeham es la cerradura de la vida residual. Si la población en estudio se compone de individuos mayores a  $x_0 \geq 0$ , entonces la vida residual  $X - x_0$  es también Gompertz Makeham:

$$[X - x_0 | X > x_0] \sim \text{GM} \quad (\tilde{a} = a, \tilde{b} = be^{ax_0}, \tilde{c} = ce^{-ax_0}).$$

Note que el parámetro de tasa  $a$  es invariante, así como la tasa por accidentes  $C = abc$ . El nuevo parámetro  $\tilde{b}$ , junto con  $\tilde{B} = \tilde{a}\tilde{b}$ , aumenta. Este resultado permite realizar la inferencia de la vida residual como si fuese en un contexto incondicional. Un ejemplo de interés destaca la longevidad de las poblaciones a partir de  $x_0 = 30$  años; grupo de adultos que se identifica con una vida relativamente sedentaria y laboralmente activo o retirado. También es de interés el estudio de la longevidad de individuos en edad de retiro, con  $x_0 = 65$  años.

En lo que respecta a la simulación de una variable aleatoria de distribución Gompertz Makeham, se aplicará el método de composición explicado en Pai (1997). En este sentido se simulan dos variables aleatorias independientes; una de distribución Gompertz de parámetros  $a$  y  $b$ , y otra de distribución exponencial de tasa  $abc$ , para luego quedarse con el mínimo de ellas:

$$X = X_1 \wedge X_2 \sim \text{GM}(a, b, c),$$

con

$$X_1 \sim \text{GM}(a, b, c=0), X_2 \sim \text{exp}(\text{tasa} = abc), X_1 + X_2.$$

Por otro lado, para la estimación de los parámetros del modelo (4), se realizará con el método de máxima verosimilitud. Dada una muestra aleatoria  $x = (x_1, \dots, x_n)$ , de una población de densidad (5), la función de log verosimilitud resulta

$$l(\theta) = \log L(\theta) = n \log a + n \log b + \sum_{i=1}^n \log(y_i + c) - bn[\bar{y} + ac\bar{x} - 1];$$

con  $\theta = (a, b, c)$ ,  $y_i = y_i(a) = e^{ax_i}$ ,  $n\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i$  y  $n\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i$ . Más adelante se usará también  $n\bar{x}\bar{y} = \sum_{i=1}^n x_i y_i$ . Los estimadores de los parámetros por máxima verosimilitud se obtienen resolviendo numéricamente las tres ecuaciones normales  $\partial l(\theta) / \partial a = 0$ ,  $\partial l(\theta) / \partial b = 0$  y  $\partial l(\theta) / \partial c = 0$ . Esto equivale a resolver el sistema

$$\begin{aligned} ab(c\bar{x} + \bar{x}\bar{y}) - \frac{a}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i y_i}{y_i + c} - 1 &= 0, \\ b[\bar{y} + ac\bar{x} - 1] - 1 &= 0, \\ ab\bar{x} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i + c} &= 0. \end{aligned}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

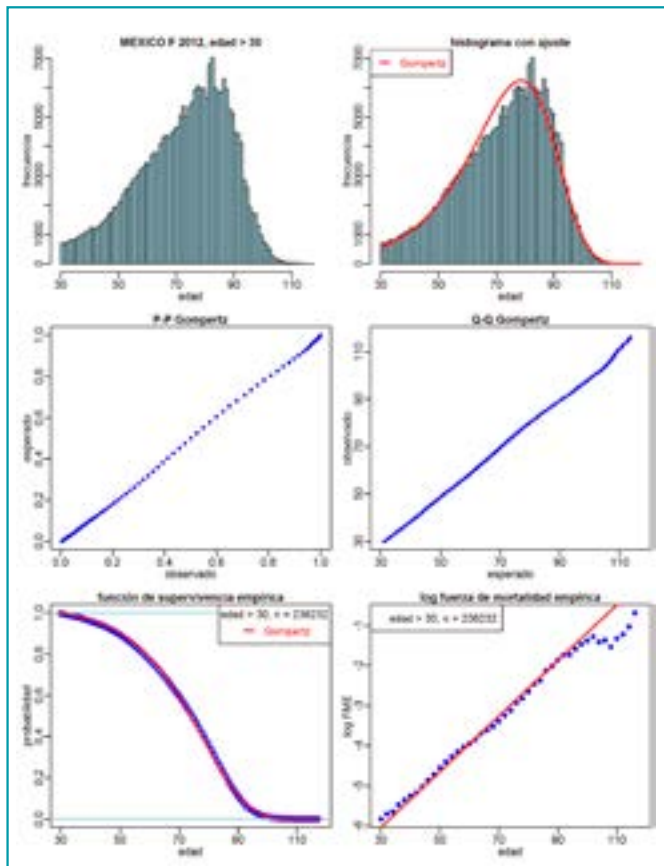
En esta sección se analizará la mortalidad reciente en México, tomado de la base de datos de SINAIS (2012). La primera muestra de tamaño  $n = 236\ 232$  corresponde a mujeres mayores o iguales a 30 años, fallecidas en el año 2012. En la figura 1 se muestran los histogramas, uno con ajuste Gompertz. En lo general se aprecia un ajuste aceptable, salvo en edades cercanas a la moda. Enseguida aparecen las gráficas P-P y Q-Q, donde los puntos tienen en lo general una clara tendencia lineal, notando que los individuos de la cola derecha tienen una longevidad mayor a lo esperado. Finalmente, se muestran las funciones empíricas de supervivencia y log fuerza de mortalidad, cuyos ajustes favorecen el modelo propuesto. En la última figura, el patrón de los puntos tiene una pendiente ligeramente menor a la curva ajustada, indicando una ligera sobreestimación del parámetro máximo verosímil de tasa  $a$ . Similar al papel Q-Q, en la cola derecha hay una baja en la pendiente. Una explicación de este hecho sería un mayor cuidado de la salud de los individuos mayores de 90 años.

Una conclusión similar se obtiene para el grupo de mujeres mayores o igual a 65 años, de tamaño de muestra  $n = 165\ 516$ , como se observa en la figura 2. Por último, se comenta que para la longevidad de la población masculina, se obtiene una menor precisión del ajuste Gompertz. En este sentido se propone a la familia de distribuciones Gompertz Makeham, o bien, generalizaciones de la misma.

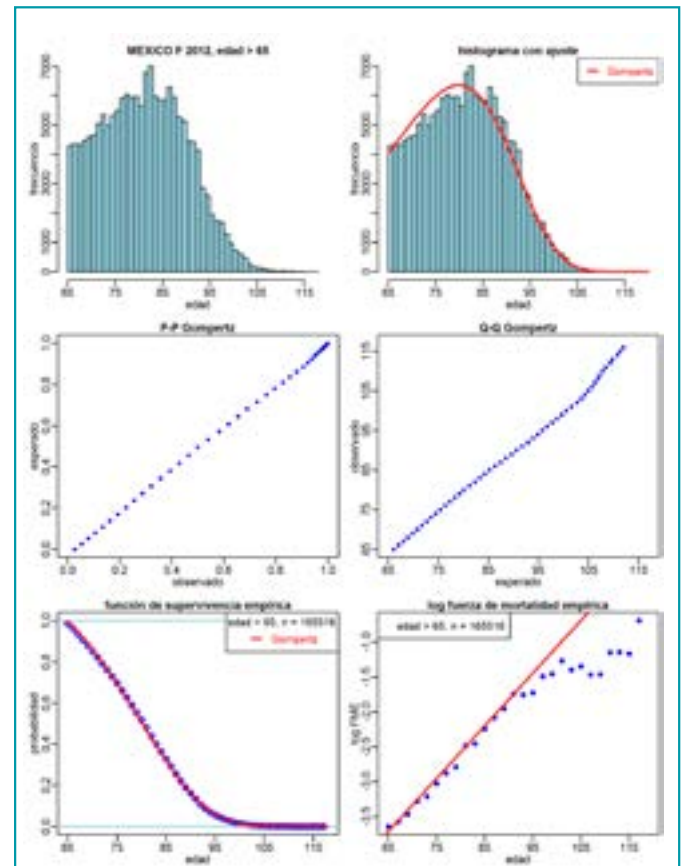
## CONCLUSIONES

Si bien la distribución de Gompertz explica de forma aceptable la longevidad de la población femenina en estudio, las mejoras de este modelo deben contemplar las inconsistencias en los ajustes del centro y la cola derecha de la población. Como parte del trabajo de investigación actual, se pretende ajustar el modelo de Gompertz Makeham, así como desarrollar una versión dinámica en el tiempo, incluyendo el efecto cohorte.





**Figura 1.** Gráficas de diagnóstico para la mortalidad femenina de México, edad mayor o igual a 30 años. Datos del año 2012 con ajuste de distribución Gompertz.



**Figura 2.** Gráficas de diagnóstico para la población femenina en estudio, con edad mayor o igual a 65 años.

## REFERENCIAS

- BARRY, D. A., PARLANGE, J. Y., LI, L., PROMMER, H., CUNNINGHAM, C. J. & STAGNITTI, F. (2000). Analytical approximations for real values of the Lambert W-function. *Mathematics and Computers in Simulation*, 53, 95-103.
- BARRY, D. A., PARLANGE, J. Y., LI, L., PROMMER, H., CUNNINGHAM, C. J. & STAGNITTI, F. (2002). Erratum to Analytical approximations for real values of the Lambert W-Function [*Mathematics and Computers in Simulation*, 53, 95-103]. *Mathematics and Computers in Simulation*, 59, 543-543.
- JODRÁ, P. (2009). A closed-form expression for the quantile function of the Gompertz Makeham distribution. *Mathematics and Computers in Simulation*, 79, 3069-3075.
- LEE, R. D. & CARTER, L. R. (1992). Modeling and forecasting US mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419): 659-671.
- MARSHALL, A. & OLKIN, I. (2007). *Life Distributions*. Springer-Verlag.
- PAI, J. S. (1997). Generating random variates with a given force of mortality and finding a suitable force of mortality by theoretical quantile-quantile plots. *Actuarial Research Clearing House*, 1, 293-312.
- SINAIS (Sistema Nacional de Información en Salud) (2012) [Portal]. Recuperado de <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-informacion-en-salud-dgjs>

## COMPARACIÓN DE DOS MODELOS SIGMOIDALES APLICADOS A LA EVOLUCIÓN DE LA EPIDEMIA DEL SIDA EN MÉXICO

Juan Martínez Ortiz<sup>1</sup>, Leticia Adriana Ramírez Hernández,  
Jesús López Gamboa

**Palabras clave:** modelo Gompertz, sida, sigmoideal.

### INTRODUCCIÓN

En 1825, el matemático inglés Benjamín Gompertz (Gompertz, 1825) propuso un modelo demográfico que se basa en la suposición a priori de que la resistencia de una persona a la muerte disminuye a medida que aumenta su edad. Hoy día, la versatilidad del modelo de Gompertz ha permitido su empleo en la descripción de diversos procesos de crecimiento limitado, por ejemplo, en demografía (Bongaards, 2005), biología (Wheldon, 1988), medicina (Bajzer & Vuk Pavlovic, 2000), en particular, en el crecimiento de organismos, órganos, tejidos y tumores (Bejzer & Vuk Pavlovic, 2000; Laird, 1964; Norton, 2005; Wheldon, 1988). Además, se ha postulado la existencia de un carácter dual, fractal y estocástico de la ecuación de Gompertz (Izquierdo Kulich & Nieto Villar, 2008; Waliszewski & Konarski, 2002, 2003). La ecuación que define el modelo de Gompertz contiene tres parámetros que se determinan empíricamente de acuerdo con el fenómeno de estudio.

El modelo clásico de Gompertz está basado en una ecuación diferencial ordinaria lineal de primer grado, su solución es una curva llamada sigmoideal, cuyas principales características son su asimetría con respecto a su punto de inflexión y su comportamiento lento al inicio y final del proceso y exponencial durante su desarrollo.

El objetivo de este trabajo fue comparar dos modelos sigmoideales, a saber, el modelo clásico o convencional de Gompertz y su versión discreta o en diferencias. La comparación se realiza aplicando sendos modelos a la dinámica de casos diagnosticados de SIDA en México. El estudio de la epidemia vih/sida a través de un modelo de crecimiento, como lo hacemos en este trabajo, es interesante y novedoso per se, ya que generalmente las investigaciones sobre el tema giran en torno a la dinámica de transmisión del sida y emplean modelos epidemiológicos, como son los modelos S-I (Mesa Mazo, Vergaño Salazar, Sánchez Botero & Muñoz Loaiza, 2010) y S-I-R (González & Quintero, 2002). Horimoto, Hofuku y Oshima (1997) realizaron un estudio de la población vih positiva en Japón empleando una ecuación localmente modificada de Gompertz, con solo 10 datos (de 1985 a 1994). En este caso, si se consideran los datos de casos diagnosticados

1 Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: [jmartinez\\_ortiz@yahoo.com](mailto:jmartinez_ortiz@yahoo.com)

de dicho padecimiento para México reportados por el Centro Nacional Para la Prevención y Control de vih/sida (Censida, 2013) en el periodo de 1983 a 2012, se ajustó la curva de crecimiento de los mismos con los modelos de Gompertz convencional y en diferencias (Sato, 2000). La investigación arrojó que el modelo en diferencias proporciona la posibilidad de hacer el ajuste de datos por regiones temporales, lo cual resulta ser una ventaja sobre el modelo convencional. El ajuste se realiza con la finalidad de entender el comportamiento de la epidemia y tener una aproximación determinista al pronóstico de la epidemia para años próximos.

## METODOLOGÍA

La información sobre casos diagnosticados de sida en México fue obtenida del manual *Vigilancia epidemiológica de casos de VIH/SIDA en México. Registro nacional de casos de SIDA. Actualización al cierre de 2013* (Censida, 2013).

El análisis de la epidemia vih/sida implica una restricción importante, a saber, el criterio que considera solo los casos de sida en lugar de los vih positivos. Esto significa que se está analizando la epidemia ocurrida años atrás, “cuyo patrón no necesariamente corresponde a las formas actuales de diseminación de la infección” (Córdova Villalobos, Ponce de León Rosales & Valdespino, 2009). Sin embargo, se realizan esfuerzos para crear instrumentos eficaces que ayuden a estudiar la epidemia de vih. Por otro lado, en este estudio se consideran solo los casos diagnosticados, ya que sirven para reflejar en números absolutos y relativos la historia de la expansión infecciosa (Córdova Villalobos et al., 2009).

Los datos obtenidos de Censida de casos de sida diagnosticados se presentan en la figura 1.

Para mayor facilidad en el manejo de información, en la figura 1 se presenta en el eje de las abscisas el tiempo; así, el número 1 corresponde al año 1983, el 2 a 1984, y así sucesivamente, hasta el número 30 que corresponde a 2012. Obsérvese que en el año 1999 (número 17) alcanza un máximo y luego comienza el descenso; es decir, el comportamiento de la gráfica cambia a partir de ese año. En la figura 2 se muestran los casos acumulados de sida. Los casos acumulados, a diferencia de los diagnosticados, muestran la evolución temporal de la epidemia y se reconoce la forma característica del modelo de Gompertz.

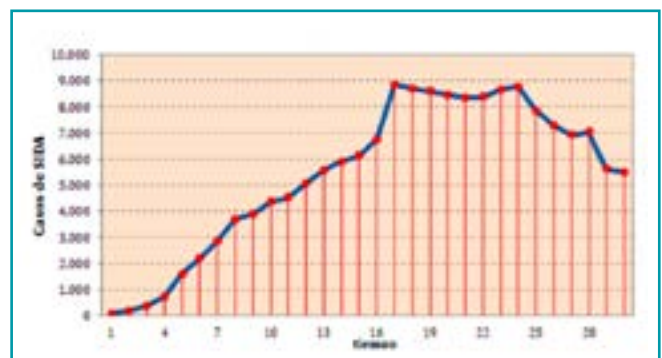


Figura 1. Casos diagnosticados de sida en México de 1983 a 2012.

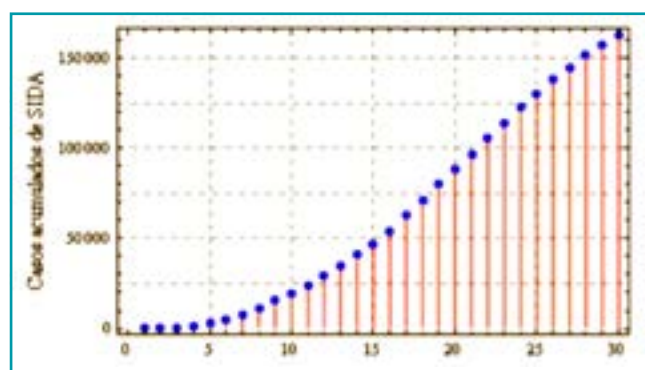


Figura 2. Casos acumulados de sida en México de 1983 a 2012.

En la tabla 1 se muestran los modelos de Gompertz con sus respectivas ecuaciones y soluciones.

**Tabla 1.** Modelos de Gompertz

Modelo	Ecuación analítica	Solución
Gompertz convencional	$\frac{dG(t)}{dt} = G(t) \log b \log \frac{G(t)}{k}$	$G(t) = ka^{b^t}$
Gompertz discreto	$G_{n+1} = G_n \left(\frac{G_n}{k}\right)^{\delta \log b}$	$G_n = ka^{(1+\delta \log b)^n}$

Donde  $G(k)$  y  $G_n$  representan el pronóstico del acumulado de casos de sida en un tiempo determinado y,  $a$ ,  $b$  y  $k$  son los parámetros básicos de las ecuaciones, que se determinarán haciendo uso de análisis de regresión. La variable  $\delta$  es el paso y es igual a 1, ya que se están considerando datos de años consecutivos; mientras que las variables  $t$  y  $n$  representan el tiempo (años):  $1 \leq t \leq 30$ ,  $1 \leq n \leq 29$ . Al parámetro  $k$  se le llama capacidad de carga, que expresa el máximo valor acumulado posible.

Para la determinación de los parámetros de los modelos sigmoidales  $a$ ,  $b$  y  $k$  se empleó la técnica de mínimos cuadrados. Para ello se estimaron previamente de los modelos de regresión  $A$  y  $B$  (tabla 2), los que en la suma de los cuadrados de las diferencias entre las rectas de cada modelo  $Y$  y  $Y_n$ , y los datos de campo  $Y^*$  y  $Y_n^*$  sea mínima.

**Tabla 2.** Modelos de regresión y estimación de parámetros

Modelo	Modelo de regresión	Estimación de parámetros
Gompertz convencional	$Y = A + Bt$ $Y^* = \log \left( \frac{dG(t)}{dt} \right) / \left( \frac{G(t)}{k} \right)$	$A = \log((\log a)(\log b))$ $B = \log b$
Gompertz discreto	$Y_n = A + B \log G_n$ $Y_n^* = \log G_{n+1} - \log G_n$	$A = -\delta(\log b)(\log k)$ $B = \delta \log b$

El ajuste por mínimos cuadrados arroja los resultados que se muestran en la tabla 3. Y, por tanto, los modelos correspondientes son

$$G(t) = 252, 020. 7427(0.00067479309)^{0.9078995881^t}, \quad 1 \leq t \leq 30,$$

$$G_n = 228, 027(0.00034922975^{(1+\log 0.904158)^n}), \quad 1 \leq n \leq 30.$$

**Tabla 3.** Parámetros de los modelos y su respectivo coeficiente de correlación  $r$ , de datos

Modelo	$a$	$b$	$k$	$r$
Gompertz convencional	0.00067479309	0.9078995881	252, 020.7427	0.99670
Gompertz discreto	0.00034922975	0.904158	228, 027	0.9906945

En las tablas 4 y 5 se muestran los resultados que arrojan los modelos, por año y el acumulado, respectivamente. En las dos últimas columnas de tablas se muestran en términos absolutos las diferencias entre el valor real y el valor estimado por los modelos. En este caso, Dif. R.C. significa diferencia entre el valor real y el estimado por el modelo de Gompertz convencional, mientras que Dif. R. D. significa diferencia entre el valor real y el estimado por el modelo de Gompertz discreto.

**Tabla 4.** Comparación de los diagnósticos reales con los simulados por los modelos por año

Año	Reales	Convencional	Discreto	Dif. R C.	Dif. R. D.
1983	66	333.1631752	177.574513	-267.1631752	-111.5745134
1984	195	280.322494	187.662254	85.322494	7.337746
1985	366	454.4145647	333.339578	88.4145647	32.6604223
1986	709	698.4835175	553.059296	10.5164825	155.9407037
1987	1597	1023.00909	862.950885	573.99091	734.0491146
1988	2195	1433.971785	1274.06802	761.028215	920.931984
1989	2846	1931.450592	1789.74104	914.549408	1056.258963
1990	3710	2508.961236	2404.02935	1201.038764	1305.970653
1991	3881	3153.644662	3101.61285	727.355338	779.387152
1992	4365	3847.244388	3859.10256	517.755612	505.897437
1993	4519	4567.675734	4647.44288	48.675734	128.442881
1994	5066	5290.915272	5434.89984	224.915272	368.89984
1995	5566	5992.929118	6190.10051	426.929118	624.10051
1996	5908	6651.401128	6884.67878	743.401128	976.678781
1997	6118	7247.095261	7495.23989	1129.095261	1377.239887
1998	6762	7764.768773	8004.52637	1002.768773	1242.526372
1999	8860	8193.627176	8401.8128	666.372824	458.187199
2000	8693	8527.368251	8682.65539	165.631749	10.344607
2001	8612	8763.896972	8848.17269	151.896972	236.172689
2002	8479	8904.807784	8904.04211	425.807784	425.042111
2003	8349	8954.729232	8859.37761	605.729232	510.377605
2004	8373	8920.614061	8725.6185	547.614061	352.618501
2005	8668	8811.040368	8515.5199	143.040368	152.4801
2006	8784	8635.570413	8242.29767	148.429587	541.702331
2007	7877	8404.195837	7918.9504	527.195837	41.950398
2008	7403	8126.883089	7557.75807	723.883089	154.758073
2009	6987	7813.221311	7169.94231	826.221311	182.942314
2010	7122	7472.166885	6765.46476	350.166885	356.535243
2011	6028	7111.873832	6352.93696	1083.873832	324.936957
2012	5916	6739.596699	5939.61537	823.596699	23.615374

En la figura 3 se muestra el traslape de las gráficas de los datos reales, los datos simulados con los modelos de Gompertz convencional y discreto.

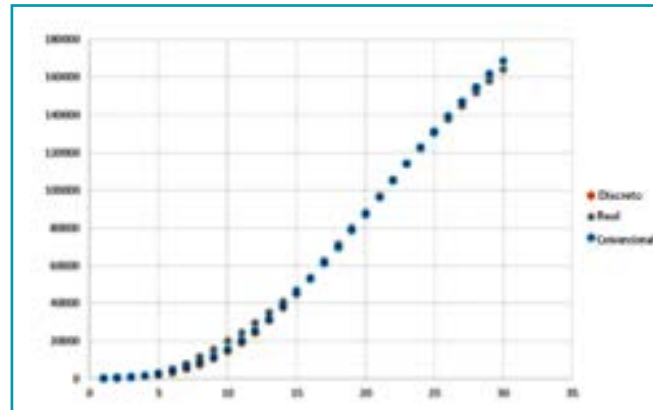


Figura 3. Traslape de las gráficas de los modelos con los datos reales.

Tabla 5. Comparación de los diagnósticos acumulados reales con los simulados por los modelos

Año	Acumulado	Convencional	Discreto	Dif. A. C.	Dif. A. D.
1983	66	333.1631752	177.574513	267.1631752	111.5745134
1984	261	613.4856692	365.236767	352.4856692	104.2367673
1985	627	1067.900234	698.576345	440.9002338	71.57634501
1986	1336	1766.383751	1251.63564	430.3837513	84.36435872
1987	2933	2789.392841	2114.58653	143.6071585	818.4134734
1988	5128	4223.364627	3388.65454	904.6353731	1739.345458
1989	7974	6154.815219	5178.39558	1819.184781	2795.604421
1990	11684	8663.776454	7582.42493	3020.223546	4101.575074
1991	15565	11817.42112	10684.0378	747.578884	4880.962226
1992	19930	15664.6655	14543.1403	4265.334496	5386.859662
1993	24449	20232.34124	19190.5832	4216.658762	5258.416782
1994	29515	25523.25651	24625.4831	3991.743491	4889.516942
1995	35081	31516.18563	30815.5836	3564.814372	4265.416432
1996	40989	38167.58676	37700.2623	2821.413245	3288.737651
1997	47107	45414.68202	45195.5022	1692.317983	1911.497764
1998	53869	53179.45079	53200.0286	689.549211	668.9713919
1999	62729	61373.07797	61601.8414	1355.922034	1127.158591
2000	71422	69900.44622	70284.4968	1521.553783	1137.503198
2001	80034	78664.34319	79132.6695	1369.656811	901.3305084
2002	88513	87569.15097	88036.7116	943.8490274	476.2883973
2003	96862	96523.88021	96896.0892	338.1197949	34.08920777
2004	105235	105444.4943	105621.708	209.4942659	386.7077084
2005	113903	114255.5346	114137.228	352.534634	234.2276086
2006	122687	122891.105	122379.525	204.105047	307.4747225
2007	130564	131295.3009	130298.476	731.3008843	265.5243248
2008	137967	139422.184	137856.234	1455.183973	110.7662513
2009	144954	147235.4053	145026.176	2281.405284	72.17606236
2010	152076	154707.5722	151791.641	2631.572169	284.3591806
2011	158104	161819.446	158144.578	3715.446001	40.57777655
2012	164020	168559.0427	164084.193	4539.0427	64.19315075

## CONCLUSIONES

En este trabajo se construyeron dos modelos sigmoidales que simulan la curva de crecimiento de la epidemia del sida en México de 1983 a 2012, se determinaron para ello los parámetros característicos de las ecuaciones de Gompertz convencional y discreta.

El modelo de Gompertz desde su creación ha mostrado gran versatilidad al aplicarse con eficiencia en la modelización de diversos fenómenos de crecimiento. En este trabajo se muestra una nueva aplicación del modelo de Gompertz, a saber, en el análisis de la epidemia del SIDA en México.

Se observa que el modelo discreto de Gompertz presenta ventajas sobre el convencional al simular de manera más eficiente los datos reales. Por ejemplo, el modelo discreto da una diferencia entre el dato simulado y real para el año 2012 de 64, mientras que el convencional da una diferencia de 4,539.

La capacidad de carga para el modelo de Gompertz discreto es de 228,074; mientras que para el convencional es de 252, 020.

## REFERENCIAS

- BAJZER, Z. & VUK-PAVLOVIC, S. (2000). New dimensions in Gompertzian growth. *Journal Theoretical Medicine*, 2, 307-315.
- BONGAARDS, J. (2005). Five period measures of longevity. *Demographic Research*, 13, 547-558.
- CÓRDOVA VILLALOBOS, J., A., PONCE DE LEÓN ROSALES, S. & VALDESPINO, J. L. (Eds.). (2009). *25 años de SIDA en México. Logros, desaciertos y retos*. (2ª ed.). México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- GOMPERTZ, B. (1825). On the Nature of the function Expressive of the law of human mortality, and on new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115, 513-583.
- GONZÁLEZ, P. A. y QUINTERO, J. R. (2002). Un modelo de vih/sida con reinfección. *Matemáticas: Enseñanza Universitaria*, 10(2): 67-83.
- HORIMOTO, K., HOFUKU, I. & OSHIMA, K. (1997). Population dynamics of HIV positive by application of a locally modified Gompertz curve: a case study for Japan. *Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications*, 30(2): 985-993.
- IZQUIERDO KULICH, E. & NIETO VILLAR, J. M. (2008). Morphogenesis of the tumor. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 5(299): 299-313.
- LAIRD, A. K. (1964). Dynamics of tumor growth. *British Journal of Cancer*, 18, 490-502.
- MESA MAZO, M. J., VERGAÑO SALAZAR, J. G., SÁNCHEZ BOTERO, C., E. y MUÑOZ LOAIZA, A. (2010). Modelo matemático para la transmisión del vih/sida en una población sexualmente activa. *Revista de Salud Pública*, 12(2): 308-316.
- SATOH, D. (2000). A discrete Gompertz equation and software reliability growth model. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E82(7).

WALISZEWSKI, P. & KONARSKI, J. (2002). Neuronal differentiation and synapse formation in space-time with fractal dimension. *Synapse*, 43, 567-572.

WALISZEWSKI, P. & KONARSKI, J. (2003). The Gompertzian curve reveals fractal properties of tumor growth. *Chaos, solitons and fractals*, 16, 665-674.

WHELDON, T. E. (1988). *Mathematical models in cancer research*. Bristol, England: IOP Publishing Ltd.

### **Dictiotopografía**

CENSIDA (2013). *Vigilancia epidemiológica de casos de vih/sida en México*. Registro Nacional de casos de sida. Censida 2013. Recuperado de <http://censida.salud.gob.mx>



## DISEÑO MONTE CARLO DE UN SISTEMA NUCLEAR PARA LA DETECCIÓN DE CICLOTRIMETILENTRINITRAMINA MEDIANTE NEUTRONES

Pablo Luis Hernández Adame<sup>1</sup>, Diego Medina Castro, Johanna Lizbeth Rodríguez Ibarra, Miguel Ángel Salas Luévano, Héctor René Vega Carrillo

**Palabras clave:** explosivos, RDX, simulación, MCNPX.

### INTRODUCCIÓN

Los ataques terroristas han sido tema de interés para los investigadores, que se han enfocado en el desarrollo de nuevas técnicas para la detección de materiales explosivos que son transportados de manera ilícita (Krishnan et al., 2011). Los explosivos con facilidad pueden ser escondidos en pequeños espacios como mochilas o equipajes de mano y pueden pasar desapercibidos por equipos y procedimientos que en la actualidad se usan para su detección (Fantidis et al., 2009, Farahmand et al., 2007). Los rayos X constituyen una técnica ampliamente utilizada en las vías de acceso, en los aeropuertos, para la inspección de paquetes y equipajes sospechosos. Los materiales que poseen elementos de baja densidad electrónica son difíciles de detectar por esta técnica. La composición elemental de materiales explosivos, a diferencia de las drogas o los alimentos, suelen presentar una mayor concentración de hidrógeno (<sup>1</sup>H) y oxígeno (<sup>8</sup>O); por otro lado, contienen una menor concentración de carbono (<sup>6</sup>C) y nitrógeno (<sup>7</sup>N) (Buffler, 2004; Vourvopoulos & Womble, 2001). El uso de neutrones que interrogan a un blanco por medio de los procesos nucleares conocidos como absorción y dispersión conforma la técnica que se utiliza para la identificación de estos elementos (Loschke & Dunn, 2010).

Cuando un neutrón es absorbido por un núcleo, éste en su proceso de inestabilidad emite su exceso de energía en forma de rayos gamma pronto. A este proceso se le conoce como captura radiativa y se representa como  $(n, \gamma)$ . Para lograr lo anterior es necesario conocer las secciones eficaces de captura radiativa de los elementos a interrogar dentro del blanco. El rayo gamma emitido es característico del elemento. El átomo de <sup>1</sup>H presenta un rayo gamma de 2.23 MeV; mientras que el átomo de <sup>6</sup>C de 4.45 MeV. Para el caso del <sup>8</sup>O, presenta un fotón de 6.14 MeV y 10.84 MeV de energía para el fotón producido por el átomo de <sup>7</sup>N (Alfonso, Elsalim, King, Strellis & Gozani, 2013; Buffler, 2004). Para la detección de los rayos  $\gamma$  se usa un centellador de NaI(Tl) y un detector de Ge(HP), el NaI(Tl) tiene una buena eficiencia, no requiere refrigeración y su costo es bajo; sin embargo, tiene baja resolución. El Ge(HP) tiene alta resolución, pero requiere de un sistema de enfriamiento, su eficiencia es pequeña y su costo es alto. Entre los explosivos usados en atentados terroristas figuran pólvora, explosivos líquidos o plásticos, como la ciclotrimetilentrinitramina, comúnmente conocida como RDX (Liu, 2015).

1 Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: pabloyae\_2@hotmail.com

El objetivo de este trabajo fue diseñar un sistema nuclear con moderador de agua, fuente de  $^{241}\text{AmBe}$  y detectores de NaI(Tl) y HPGe para medir e identificar la composición elemental del RDX mediante métodos Monte Carlo.

## METODOLOGÍA

La importancia del código Monte Carlo, en especial el código MCNPX, radica en la obtención de soluciones aproximadas a una gran variedad de problemas matemáticos que cuentan con una compleja solución por métodos exclusivamente analíticos o numéricos, pero que dependen de factores aleatorios. La base de su funcionamiento está en la generación de números aleatorios, los cuales servirán para calcular probabilidades estadísticas y simular problemas reales; en este proyecto de investigación se simuló un modelo de una fuente de  $^{241}\text{AmBe}$ , se situó dentro de un contenedor con diferentes tipos de moderador e 80 cm  $\varnothing$  x 45 cm de altura, los moderadores utilizados fueron parafina ( $\rho = 0.93 \text{ g/cm}^3$ ), polietileno ( $\rho = 0.93 \text{ g/cm}^3$ ), agua ( $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ ) y grafito ( $\rho = 1.70 \text{ g/cm}^3$ ). El detector de NaI(Tl) tiene forma de cilindro de 7.62 cm  $\varnothing$  x 7.62 cm de altura. Para evitar que el detector se active a causa de los neutrones, se blindó con Ácido bórico  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ( $\rho = 1.44 \text{ g/cm}^3$ ) de 1 cm de espesor. Una muestra de material explosivo RDX y otra de urea fueron usadas; la información de la composición elemental se obtuvo de la literatura (Williams III, Gesh & Pagh, 2006). En la figura 1 se muestra el modelo en MCNPX. El espectro de altura de pulsos en el detector mediante el tally f8; con el fin de reproducir las respuestas de un centellador de NaI(Tl) y un HPGe se usó el ensanchamiento gaussiano de la energía de los fotones de captura. En la actualidad existe una gran variedad de explosivos que pueden ser diferenciados fácilmente de otros materiales debido a que presentan mayor concentración de  $^1\text{H}$  y  $^{16}\text{O}$ , además de que sus densidades oscilan entre 1.2 y 2.0  $\text{g/cm}^3$  (Buefler, 2004; Papp and Csikai, 2011). El RDX tiene una densidad de 1.806  $\text{g/cm}^3$  y su fórmula molecular es  $\text{H}_6\text{C}_3\text{O}_6\text{N}_6$ ; mientras que la urea posee una densidad de 0.768  $\text{g/cm}^3$  y fórmula molecular de  $\text{H}_4\text{C}_1\text{O}_1\text{N}_2$  (Alfonso et al., 2013; Vourvopoulos and Womble, 2001).

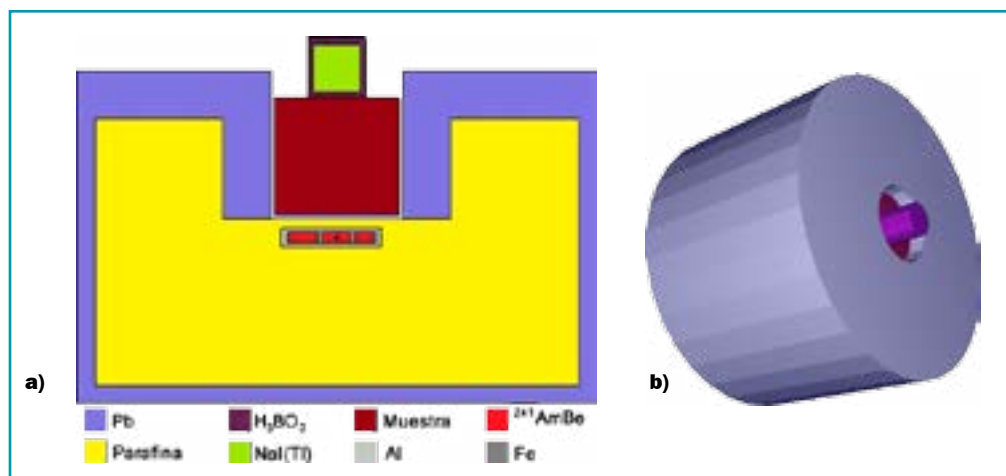
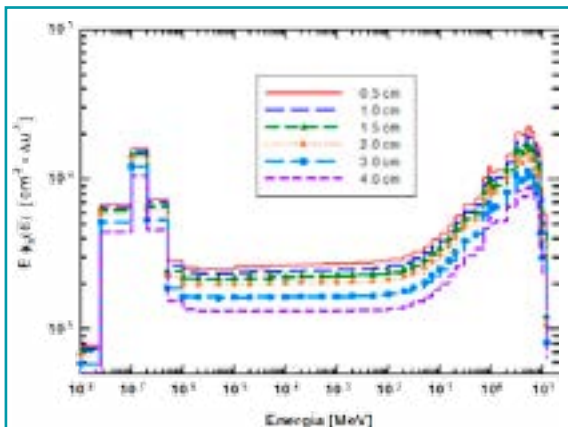


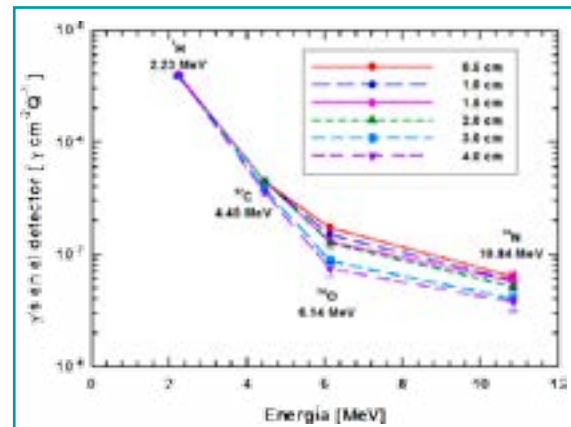
Figura 1. Modelo de la simulación a) vista en 2D, b) vista en 3D.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de obtener la mayor cantidad de neutrones en la muestra cuya energía propicie la reacción  $(n,\gamma)$  se hicieron cálculos donde se varió la posición de la fuente de neutrones en seis posiciones 0.5, 1, 1.5, 2, 3 y 4 cm debajo de la base del canal de irradiación, tal y como se muestra en la figura 2. Aquí se muestra que independientemente de la posición de la fuente con respecto al canal de irradiación los espectros tienen neutrones térmicos, epitérmicos y rápidos. La mejor posición se obtuvo a 0.5 cm, donde la cantidad de neutrones térmicos y rápidos tienen aproximadamente la misma amplitud. En la figura 3 se muestra el flujo total de fotones producidos durante la captura de neutrones por el H, C, O y N de la muestra y que llegan al detector.



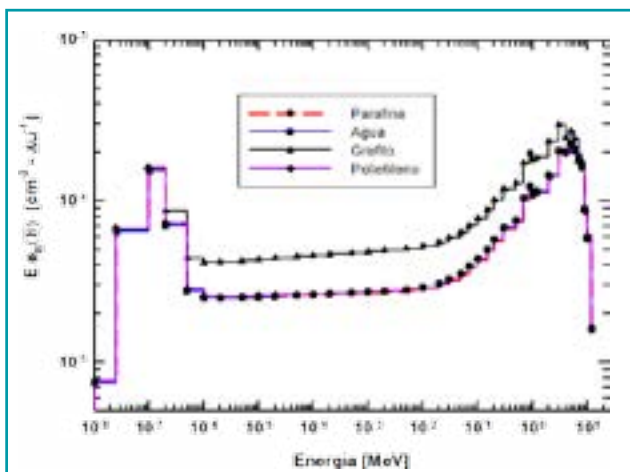
**Figura 2.** Espectro de neutrones en la muestra de RDX a diferentes distancias.



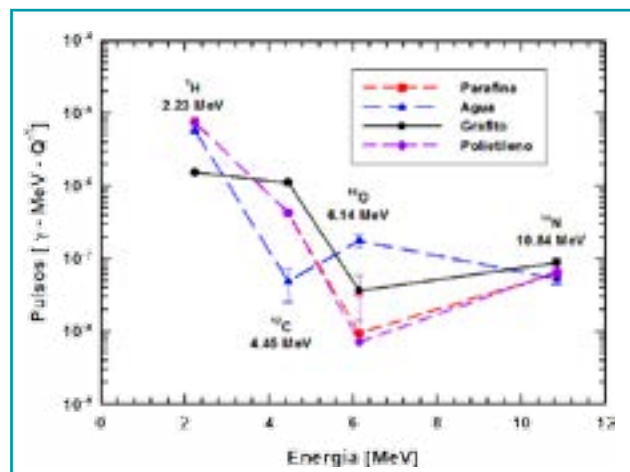
**Figura 3.** Flujo total de rayos gamma en el detector.

Al aumentar la cantidad de moderador entre la fuente y el canal de irradiación, el flujo total de rayos gamma en la celda del detector disminuye. Las energías de los fotones producidos por el átomo de  $^1\text{H}$  tienen alta probabilidad de ser detectadas en cualquiera de las posiciones analizadas, al igual que los rayos gamma pronto emitidos por el  $^{12}\text{C}$ . Por otro lado, se observa que la producción de fotones de 6.14 MeV provenientes del  $^{16}\text{O}$  y 10.84 MeV producidos por el  $^{14}\text{N}$  disminuyen conforme la cantidad de moderador aumenta. Los espectros de neutrones en la celda del explosivo, en función del moderador, se muestran en la figura 4. El espectro es mayor cuando se usa grafito y es igual cuando se usa parafina, agua o polietileno; esto implica que el grafito absorbe una menor cantidad de neutrones en comparación con los otros moderadores.

En la figura 5 se muestra el flujo total de los rayos gamma de captura en el explosivo en función del tipo de moderador. El flujo total de fotones de captura es igual si se usa parafina o polietileno e indica que la muestra irradiada contiene una mayor cantidad de C con respecto a la de O que no coincide con la realidad, ya que los explosivos presentan una mayor concentración de O con respecto al C, esta discrepancia se atribuye a la sección eficaz. Sin embargo, a pesar de que el espectro de neutrones cuando se usa agua fue similar al que se produce cuando se usa la parafina o el polietileno, los fotones de captura cuando se usa agua luce diferente y se debe a que por la cantidad de hidrógeno el agua puede termalizar neutrones rápidos en una sola colisión, lo que propicia que la señal gamma para el O sea mayor que la producida por el C. Por este comportamiento, en el diseño final se decidió usar agua como moderador.

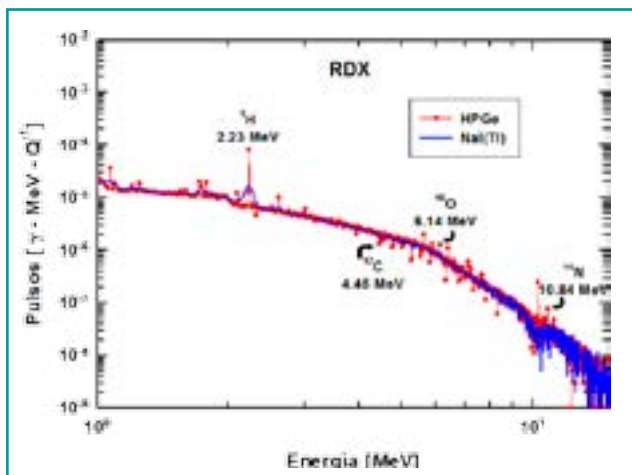


**Figura 4.** Flujo de neutrones en la muestra con diferentes tipos de moderador.

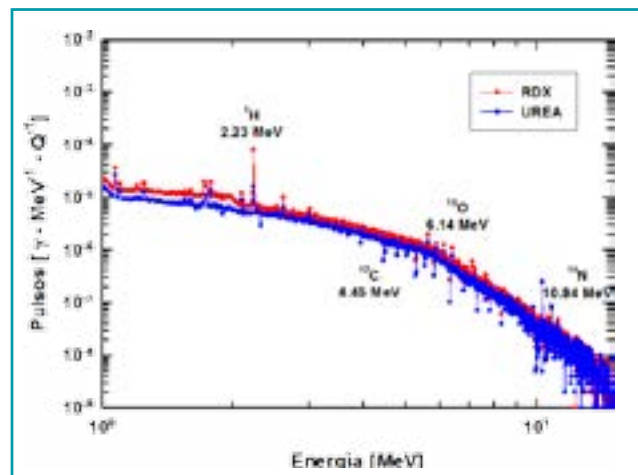


**Figura 5.** Detección de rayos gamma en el detector.

En la figura 6 se muestran los espectros de altura de pulsos de los rayos gamma de captura en el explosivo para los dos detectores. La respuesta del centellador de NaI(Tl) no es la más adecuada para nuestro sistema, ya que solamente se distingue el pico de captura en el H de 2.22 MeV, esto se debe a su poca resolución. Cuando se usa el detector de Ge(HP), a pesar de su poca eficiencia sí distingue los fotones de captura en el C, el O y el N. Por tanto, este es el más adecuado para el sistema. En la figura 7 se presentan los espectros de altura de pulsos en el detector de Ge(HP) de los rayos gamma de captura en el RDX y la urea. Para el caso del RDX el espectro es diferente al producido por la urea. Esta diferencia se debe principalmente a que tienen diferentes densidades, lo que permite distinguir dos materiales con el mismo tipo de átomos, pero cuya densidad es distinta; así se puede distinguir un explosivo, ya que sus densidades son mayores a las de compuestos orgánicos.



**Figura 6.** Respuesta de los detectores al material explosivo.



**Figura 7.** Comparación de los espectros de altura de pulsos del RDX y la urea.

## CONCLUSIONES

Se diseñó un sistema para la detección del explosivo RDX mediante métodos Monte Carlo; durante el diseño se usaron diferentes moderadores y dos detectores. El diseño final cuenta con un medio moderador de agua ligera, una fuente isotópica de neutrones de  $^{241}\text{AmBe}$  y un detector de Ge(HP). Las conclusiones de este trabajo son:

- La posición más adecuada para propiciar la reacción  $(n,\gamma)$  fue colocar la fuente de neutrones a 0.5 cm de distancia.
- El moderador más adecuado para identificar RDX y explosivos es el agua.
- La relación entre el flujo total de fotones que llegan al centellador producidos por el H, C, O y N es proporcional a la concentración elemental con la cual está hecho el RDX.
- El espectro obtenido de la muestra de urea puede funcionar como espectro base y de calibración en la identificación de materiales explosivos, ya que las áreas de los fotopicos de los rayos  $\gamma$  y de captura producidos por el RDX aumentaron en 43, 17 13 y 1%, respectivamente, a los de la urea.

## REFERENCIAS

- ALFONSO, K., ELSALIM, M., KING, M., STRELLIS, D. & GOZANI, T. (2013). MCNP Simulation benchmarks for a portable inspection system for narcotics, explosives, and nuclear material detection. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 60, 520-527.
- BUFFLER, A. (2004). Contraband detection with fast neutrons. *Radiation Physics and Chemistry*, 71, 853-861.
- LIU, J. (2015). *Liquid Explosives*. Berlin.
- LOSCHKE, K. W. & DUNN, W. L. (2010). Detection of chemical explosives using multiple photon signatures. *Applied Radiation and Isotopes*, 68, 884-887.
- PAPP, A. & CSIKAI, J. (2011). Detection and identification of explosives and illicit drugs using neutron based techniques. *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*, 288, 363-371.
- VOURVOPOULOS, G. & WOMBLE, P. (2001). Pulsed fast/thermal neutron analysis: a technique for explosives detection. *Talanta*, 54, 459-468.
- WILLIAMS III, R., GESH, C. J. & PAGH, R. T. (2006). Compendium of material composition data for radiation transport modeling. *Pacific Northwest National Laboratory*, 14-18.

## ADSORCIÓN DE $UO_2^{2+}$ EN PERLITA NO EXPANDIDA

Ana Karen Cuevas Jaramillo, J. Ignacio Dávila Rangel<sup>1</sup>, Hugo López del Río,  
Fernando Mireles García, Carlos Ríos Martínez, Liliana Miranda Castro

**Palabras clave:** uranio, roca volcánica, cinética.

### INTRODUCCIÓN

La adsorción es un proceso simple, efectivo y ampliamente utilizado para remover una gran variedad de especies metálicas y compuestos químicos en efluentes acuosos. En años recientes, dada la creciente necesidad de controlar la emisión de especies químicas nocivas para la salud y el medio ambiente y el alto costo de materiales tradicionales como el carbón activado y materiales sintéticos, se ha intensificado la investigación con nuevos absorbentes que sean baratos y de amplia disponibilidad como las rocas minerales naturales, los desechos agrícolas y subproductos industriales (Kurniawan, Chan, Lo & Babel, 2006), entre los que destacan las zeolitas y las arcillas.

La perlita es una roca volcánica vítrea de composición riolítica con un contenido de agua combinada entre 2 y 5%; se forma durante la alteración secundaria de la obsidiana al incorporar agua en la estructura silíceo (Friedman, Smith & Long, 1966). Cuando es calentada a una temperatura adecuada (760–1,100 °C), el agua intrínseca se convierte en vapor provocando la expansión del material hasta incrementar su volumen entre 10 y 20 veces, se transforma en un material altamente poroso y ultraligero. La perlita expandida tiene un gran potencial para aplicaciones en materiales de construcción, ya que es un excelente aislante térmico y acústico, es resistente al calor, además es de bajo costo. Ya que la mayoría de las perlitas tienen un alto contenido de sílica (71-75%  $SiO_2$ ), presentan características que han sido estudiadas para adsorber cationes de metales (Ghassabzadeh et al., 2010) y algunos colorantes de interés ambiental (Acemioglu, 2005). No obstante, el incipiente interés por aprovechar sus propiedades como material absorbente, ya sea en forma expandida o modificada superficialmente, son escasas las publicaciones sobre su potencial uso para adsorber especies radiactivas (Balencie et al., 2006). Por tanto, existe un campo de investigación poco estudiado para caracterizar el comportamiento absorbente de la perlita con especies radiactivas.

Las perlitas de distinto origen y tipo (expandida y no expandida) tienen propiedades diferentes debido a la variación en su composición, por lo que individualmente deben ser estudiadas para una

<sup>1</sup> Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: idavilara@gmail.com

aplicación particular. La presente investigación tuvo como propósito examinar la adsorción del ion uranilo  $\text{UO}_2^{2+}$  en perlita no expandida de origen local, analizando su capacidad absorbente en función de los parámetros fisicoquímicos del proceso de adsorción: tamaño de grano, tiempo de contacto, pH y concentración de uranio.

## METODOLOGÍA

Perlita natural no expandida fue adquirida en el mercado local de materiales de construcción. Para eliminar impurezas y granos finos se sometió a un proceso de lavado por inmersión y agitación con agua desionizada durante un día, posteriormente la suspensión se decantó y la perlita se sometió a secado por 24 h a 90 °C. Una parte del material seco se trituró para obtener polvo o talco y el resto se tamizó a mallas #14 (1.41 mm), #25 (0.710 mm), #50 (0.300 mm), #80 (0.180 mm) y #100 (0.150 mm) para obtener diversas fracciones de tamaño de partícula.

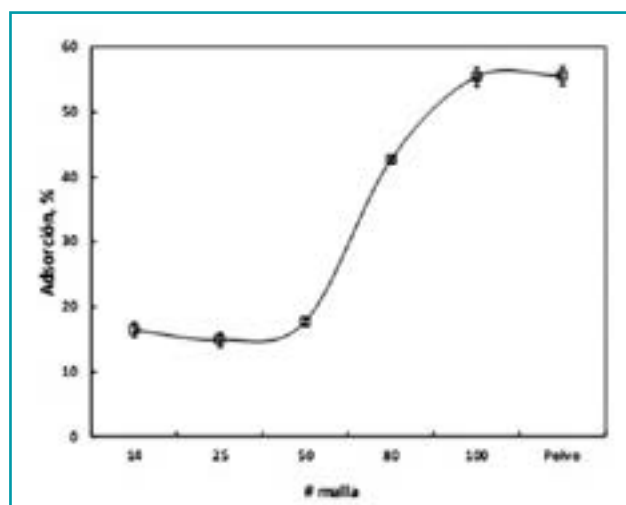
La adsorción se efectuó por triplicado con agitación mecánica y al pH, tiempo de contacto y concentración de U(VI) deseados utilizando 8 ml de soluciones de  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y 100 mg de perlita. Después del contacto, el uranio no adsorbido en el sobrenadante se cuantificó por centelleo líquido mezclando el sobrenadante con 12 ml de centellador OptiPhase HiSafe 3; el porcentaje de adsorción del metal en la fase sólida se calculó a partir de la actividad de uranio en el sobrenadante.

Soluciones  $1 \times 10^{-3}$  M de  $\text{UO}_2^{2+}$  fueron empleadas para estudiar el efecto del tamaño de partícula, tiempo de contacto y pH inicial de la solución. El estudio cinético de la adsorción se efectuó a tiempos de contacto de 2, 5, 10, 20, 40, 60, 120, 240, 360, 480, 720 y 1440 min; para conocer el efecto del pH sobre la adsorción se llevaron a cabo experimentos a pH 2, 4, 6, 8, 10 y 12, ajustando al valor requerido con pequeñas cantidades de soluciones de HCl y NaOH al tiempo de contacto de equilibrio. Las isotermas de adsorción a temperatura ambiente se obtuvieron con soluciones  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-2}$  M  $\text{UO}_2^{2+}$  al tiempo de contacto de equilibrio y pH óptimos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adsorción de un metal en un material sólido generalmente se incrementa con la reducción del tamaño de grano debido al aumento del área superficial al disminuir el tamaño de partícula (Sposito, 1984). Este comportamiento se confirmó al registrarse un incremento significativo de la adsorción de uranio al disminuir el tamaño de grano de perlita (figura 1), alcanzando un valor máximo de  $55.6 \pm 0.3\%$  para polvo y granos de malla #100 (0.150 mm). Debido a la dificultad para manipular material en polvo, los siguientes experimentos se efectuaron con grano de malla #100.

La velocidad a la cual un ion metálico es transferido desde el seno de la solución hasta la superficie del absorbente donde es acumulado determina la cinética de la adsorción y, por tanto, la eficiencia del proceso. El tiempo de residencia del soluto sobre la superficie adsorbente permite estimar si el proceso se dirige a su término o no, y el grado de adsorción total. Estos parámetros son importantes, por ejemplo, en el diseño de sistemas de tratamiento para remover diferentes contaminantes del agua. Adicionalmente, la cinética permite reconocer los posibles mecanismos de la adsorción.



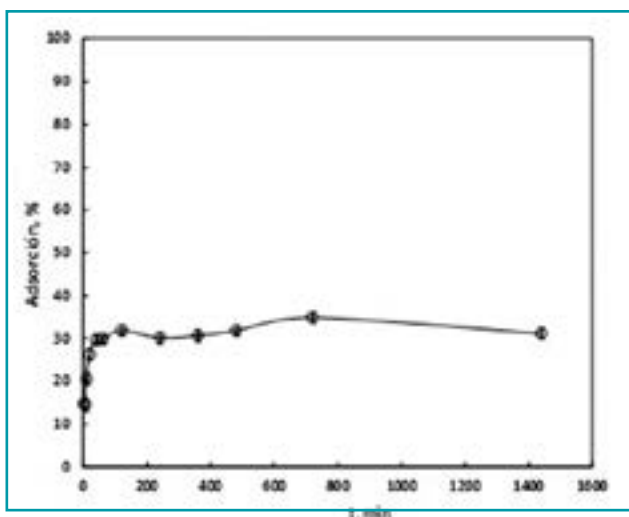
**Figura 1.** Efecto del tamaño de partícula en la adsorción de uranio en perlita.

Es reconocido que el proceso de adsorción puede ser descrito por tres etapas consecutivas (Gupta & Bhattacharyya, 2011): (i) transporte del soluto hasta la superficie externa del sólido; (ii) difusión del soluto a través de la capa de líquido que rodea a la superficie del sólido; (iii) adsorción mediante las interacciones de los átomos o moléculas del soluto con los átomos superficiales, lo que provoca una quimisorción si las interacciones son fuertes, o fisisorción cuando las fuerzas de adsorción son débiles (fuerza de van der Waals). En el caso de sólidos porosos, después de pasar la capa de líquido en la superficie externa, el soluto se difunde lentamente hacia los poros donde queda atrapado. En general, la velocidad de adsorción puede estar controlada por uno de esos mecanismos, aunque se puede dar un efecto combinado de ellos. En muchos casos el paso limitante de la adsorción es la etapa (iii).

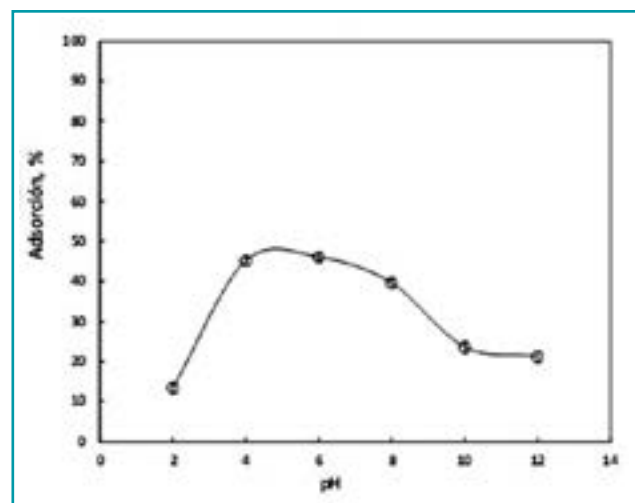
La variación temporal de la adsorción de uranio sobre la perlita se presenta en la figura 2. Se encontró que aproximadamente  $14.8 \pm 0.5\%$  del uranio es removido de la solución durante los primeros 5 min, incrementándose hasta  $31.8 \pm 0.4 \%$  en la primer hora de contacto y permaneciendo prácticamente constante a tiempos de contacto mayores ( $31.8 \pm 0.4 \%$  a 24 h). Por lo tanto se consideró un tiempo de equilibrio de 1 h para el proceso de adsorción. El relativamente corto periodo de tiempo para alcanzar el equilibrio muestra que el mecanismo principal es la adsorción superficial.

El pH de la fase acuosa define la especiación del metal y la disociación de los sitios funcionales activos sobre el adsorbente y, por tanto, es la variable más importante que influye en el proceso de adsorción debido a que los iones  $H^+$  compiten marcadamente con los iones metálicos por los sitios de adsorción.

En la figura 3 se muestran los valores del porcentaje de recuperación de uranio en función del pH. Los resultados demuestran que la adsorción del uranio sobre la perlita no expandida es altamente dependiente del pH de la solución. La adsorción fue menor a pH altamente ácido ( $13.4 \pm 0.5\%$  a  $pH = 2$ ), incrementándose al aumentar el pH hasta alcanzar un valor máximo de  $46.1 \pm 0.4$  a  $pH = 6$ , y disminuyendo gradualmente con la alcalinidad. Este mismo comportamiento de la adsorción de uranio en función del pH se ha observado con otros materiales geológicos como cuarzo,  $\alpha$ -alúmina, clinoptilolita y montmorillonita; sin embargo, la máxima adsorción es muy superior para estos materiales en comparación con la perlita utilizada en este trabajo, alcanzando hasta 90 % al pH óptimo (Pabalan, Turner, Bertetti & Prikryl, 1998; Payne, Lumpkin & Waite, 1998).



**Figura 2.** Adsorción de uranio en perlita en función del tiempo de contacto.

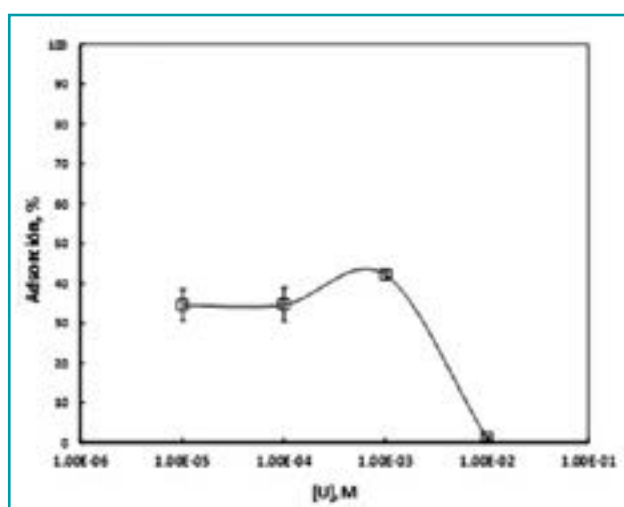


**Figura 3.** Efecto del pH de la solución en la adsorción de uranio en perlita.



La baja recuperación de uranio en soluciones de alta acidez puede ser explicada por la competición entre los iones  $H^+$  y el ion uranilo  $UO_2^{2+}$  por los sitios de enlace en la superficie del material. A pH superiores disminuye la competición entre los protones y iones metálicos y, al mismo tiempo, decrece la densidad de carga positiva sobre la superficie del adsorbente provocando una menor repulsión electrostática entre los iones metálicos y la superficie. Adicionalmente, se forman varios productos de hidrólisis extraíbles de uranio que incluyen  $UO_2(OH)^+$ ,  $(UO_2)_2(OH)_2^{+2}$  y  $(UO_2)_3(OH)_5^+$  (Parab et al., 2005).

La adsorción de metales por un adsorbente es altamente dependiente de la concentración inicial del ión metálico. Como se observa en la Figura 4, al pH y tiempo de contacto óptimos, la recuperación del metal registró un máximo de  $42.2 \pm 0.4 \%$  a una concentración de uranio  $1 \times 10^{-3} M$ , disminuyendo significativamente a la mayor concentración de  $1 \times 10^{-2} M$  ( $\sim 1 \pm 0.2 \%$ ) debido a que todos los materiales adsorbentes tienen un limitado número de sitios activos lo cuales resultan saturados a cierta concentración.



**Figura 4.** Variación de la adsorción en función de la concentración de uranio.

## CONCLUSIONES

La capacidad adsorbente de la perlita no expandida fue dependiente del tamaño de partícula, pH de la solución y concentración inicial de uranio. La adsorción fue rápida, alcanzándose el equilibrio en un tiempo de contacto entre las fases de 1 h, lo que muestra que la adsorción superficial es el mecanismo principal de retención de uranio en la perlita. La adsorción se favoreció a menores tamaños de partícula, pH ligeramente ácido y soluciones diluidas, pero los porcentajes de recuperación fueron inferiores a los reportados para otros materiales geológicos.

## REFERENCIAS

- ACEMIOGLU, B. (2005). Batch kinetic study of sorption of methylene blue by perlite. *Chemical Engineering Journal*, 106, 73-81.
- BALENCIE, J., BURGER, D., REHSPRINGER, J. L., ESTOURNES, C., VILMINOT, S., RICHARD PLOUET, M. & BOOS, A. (2006). Perlite for permanent confinement of cesium. *Journal of Nuclear Materials*, 352, 196-201.
- FRIEDMAN, I., SMITH, R. L. & LONG, W. (1996). Hydration of natural glass and formation of perlite. *Geological Society of America Bulletin*, 77, 323-328.
- GHASSABZADEH, H., MOHADESPOUR, A., TORAB MOSTAEDI, M., ZAHERI, P., GHANNADI MARAGHEH, M. & TAHERI, H. (2010). Adsorption of Ag, Cu and Hg from aqueous solutions using expanded perlite. *Journal of Hazardous Materials*, 177, 950-955.
- GUPTA, S. S. & BHATTACHARYYA, K. G. (2011). Kinetics of adsorption of metal ions on inorganic materials: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 162, 39-58.
- KURNIAWAN, T. A., CHAN, G. Y. S., LO, W. & BABEL, S. (2006). Comparisons of low-cost adsorbents for treating wastewaters laden with heavy metals. *Science of the Total Environment*, 366, 409-426.
- PABALAN, R. T., TURNER, D. R., BERTETTI, F. P. & PRIKRYL, J. D. (1998). Uranium VI sorption onto selected mineral surfaces—Key geochemical parameters. En E. A. Jenne (Ed.), *Adsorption of Metals by Geomedia: Variables, Mechanisms, and Model Applications* (pp. 99-130). San Diego, CA, US: Academic Press.
- PARAB, H., JOSHI, S., SHENOY, N., VERMA, R., LALI, A. & SUDERSANAN, M. (2005). Uranium removal from aqueous solution by coir pith: equilibrium and kinetic studies. *Bioresource Technology*, 96, 1241-1248.
- PAYNE, T. E., LUMPKIN, G. R. & WAITE, T. D. (1998). Uranium VI adsorption on model minerals. En E. A. Jenne (Ed.), *Adsorption of Metals by Geomedia: Variables, Mechanisms, and Model Applications* (pp. 75-97). San Diego, CA, US: Academic Press.
- SPOSITO, G. (1984). *The surface chemistry of soils*. New York, US: Oxford University Press.

**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS**  
**SOCIALES, ARTES Y HUMANIDADES**



## MEMORIAS DEL BACHILLERATO: EXPERIENCIAS JUVENILES QUE SE RESIGNIFICAN

José Matías Romo Martínez<sup>1</sup>, Aurora Terán Fuentes,  
Alejandro Márquez Díaz del Castillo

**Palabras clave:** Educación Media, jóvenes, imaginario social, experiencia de los estudiantes.

### INTRODUCCIÓN

En México, la extensión de la obligatoriedad de la educación hasta el bachillerato (Organización de Estados Iberoamericanos, 2008) y su virtual universalización, ha derivado en procesos económicos, sociales y académicos, y provocado múltiples efectos en campos de la Educación. A esto se le suma la importancia, cada vez mayor, de estudios amplios desde diferentes perspectivas y metodologías acerca de los jóvenes.

A diferencia de otras temáticas que han sido francamente descuidadas, en opinión de los autores el tema de los estudiantes ha recibido múltiples muestras de atención. En México se pueden identificar de forma clara tres tendencias en el estudio de los jóvenes y los estudiantes, que por cuestiones de edad se relacionan de manera directa con el bachillerato y la educación superior: el estudio sobre estudiantes, los estudios sobre juventud, y los estudiantes como jóvenes (Weiss, 2012). Cada una de ellas hace diversas aportaciones al análisis y la comprensión de estos objetos de estudio.

Concretamente en Aguascalientes, en la mayoría de los casos derivados de tesis de maestría en la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), se encuentran varios trabajos que centran su atención en el asunto de los jóvenes y el bachillerato. Así, hace algunos años se consolidó una línea de investigación centrada en el desarrollo del juicio moral, liderada por Bonifacio Barba, y varias de las tesis resultantes trabajaron con jóvenes estudiantes de secundaria, bachillerato y educación superior, todos en Aguascalientes (Barba, 2004; Muñoz, 2002; Romo, 2002). En otras líneas de estudio, también en la UAA, están los trabajos de Cruz (2010), Medina (2008), Milán (2015) y Vera (2011) quienes han indagado en diversos aspectos de la vida escolar de los estudiantes de bachillerato en la ciudad de Aguascalientes.

Esta lista de trabajos evidencia el acercamiento desde diferentes perspectivas y a través de múltiples metodologías al asunto de los estudiantes; a diferencia de ellos, este texto busca un acercamiento a la voz de algunos estudiantes de licenciatura, con características socioeconómicas

1 Universidad Pedagógica Nacional Unidad 011 Aguascalientes.  
Correo electrónico: matias.romo@yahoo.com.mx

desfavorables, para que den cuenta de lo que les significa el bachillerato en su momento actual (pues ya egresaron de este tipo educativo) y, por tanto, desde su ser universitario.

La importancia de este trabajo radica en que el bachillerato es el espacio en el cual los jóvenes permanecen aproximadamente tres años de su vida, y se traduce en un espacio de significación y a su vez de construcción y reforzamiento de significados, signos y códigos, que son parte de un tejido cultural en el cual están inmersos (siguiendo la idea de urdimbre cargada de significación de Max Weber). Así, los estudiantes van tejiendo sus biografías sobre su paso por el bachillerato, a partir de sus experiencias, trayectorias, imaginarios, entornos, capital cultural y códigos.

El objetivo general del estudio fue explorar los significados que le atribuyen al bachillerato un grupo de estudiantes de licenciatura, a partir de una visión retrospectiva de su experiencia en este tipo educativo. Para ello se realizaron entrevistas con un formato de relatos de vida, cercanos a una perspectiva autobiográfica y narrativa, con estudiantes que cursaban el segundo semestre de su carrera.

## METODOLOGÍA

Este proyecto de investigación tuvo como base el interés de los autores por los estudiantes de bachillerato (en forma genérica) en cuanto objeto de estudio, la necesidad de acercarse y ofrecer una mejor atención a sus estudiantes en la institución en la que se ubican.

La pregunta de investigación general que guio el trabajo fue la siguiente: ¿Qué significados le atribuyen al bachillerato un grupo de estudiantes de la Licenciatura en Intervención Educativa (LIE) de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), a partir de una visión retrospectiva y significativa de su experiencia en este tipo educativo, y desde su ser actual de estudiante universitario?

Para responder a esta cuestión se utilizó un enfoque cualitativo y de carácter interpretativo; desde esta perspectiva se reconoce que la comprensión es participativa, conversacional y dialógica, surge mediante encuentros tipo entrevista; así, el significado es negociado mutuamente en el acto de la interpretación, durante la entrevista misma y su análisis, y no es simplemente descubierto *a posteriori* (Schwandt, 2000: 195). Por ello el carácter semiestructurado de las entrevistas realizadas. Las entrevistas estuvieron dirigidas bajo un formato de relatos de vida, cercanas a un modelo autobiográfico, y parecidas a la *entrevista narrativa* de Mishler (1986), quien la entiende como un acto simbólico y expresivo que permite al entrevistado no sólo organizar sus experiencias, sino darles sentido.

El trabajo se realizó con estudiantes de la UPN Unidad 011, en Aguascalientes, para quienes nivel el socioeconómico y cultural de sus familias de origen presenta serias problemas y dificultades, incluso para mantener sus estudios, por lo que ven su carrera como una de las pocas oportunidades que tienen en este momento para lograr una movilidad social y económica, o para abrirse paso en el campo laboral. Incluso, la mayoría de ellos, son la primera persona en sus familias que tienen la oportunidad de llegar a educación superior. Para la selección de los jóvenes se invitó a un hombre y una mujer de los tres grupos de segundo semestre. Los nombres utilizados en el presente escrito son seudónimos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tradicionalmente se parte de que el significado del bachillerato tiene que ver con su función social; es decir, es una institución a la que asisten los jóvenes para estudiar, y en un segundo momento los prepara para la transición, ya sea

hacia la vida laboral o la continuación de los estudios a nivel superior. El joven estudia, se prepara para una transición e identifica su vocación.

No obstante, desde la visión y la voz de los jóvenes significa algo más y para cada joven no es uniforme, debido a diversos factores, como los mencionados por Ibarra, Escalante y Fonseca (2013): “capital cultural, la composición de las familias a las que pertenecen, el capital económico, su condición de ser estudiante, su desempeño académico, el entorno de la escuela y la forma como asimilan de manera personal sus experiencias” (p. 20); y los que considera De Garay (2005); el consumo cultural, los ritos escolares, las relaciones y manifestaciones de poder, así como las prácticas y rutinas cotidianas de la institución.

En el testimonio de los jóvenes entrevistados se encuentran diversos significados. Para María significó el espacio y tiempo en donde surgieron amistades duraderas, el paso necesario para hacer algo con la vida o poder realizar sus proyectos de vida. Fue una experiencia grata. Fue el tiempo para definir la vocación, lo que implicó momentos de crisis y resignificaciones. Para Alejandro significó un gran esfuerzo, pues en el ámbito rural le implicó distancias, tiempo, dinero, y llegar a comprender que si quería culminar requería un gran esfuerzo y compromiso. Para los demás, fue una época para madurar, para asumir responsabilidades económicas como pagar los estudios o desahogar en este sentido a los padres.

También significó un espacio para conocer gente y tener amigos, aspecto que es fundamental porque la familia está lejos, pues se pasaba mucho tiempo con los amigos y ellos se volvieron un factor determinante de motivación y solidaridad (prestarse cosas o dinero, ayudarse con la tarea). También se tradujo en esfuerzo por lograr una beca. En relación con el grupo, buenas relaciones no exentas de problemas.

Por su parte Isabel nos comentó que la prepa es un momento determinante en la vida porque se traduce en la toma de decisiones, es el tiempo en que se debe comenzar a tener claridad de lo que gusta y lo que no. Es también una etapa en donde hay que construir equilibrios con los compañeros, la familia y los maestros, porque se tendrán problemas que pueden llegar a ser conflictos graves.

Finalmente para Carlos la preparatoria permite que cada quién identifique lo que puede llegar a ser, por medio del trabajo y el esfuerzo. Es cuando se sabe que los gustos personales pueden aterrizar en proyectos (en su caso hacer cortometrajes). No obstante, para aquellos que también trabajan (como fue su caso), considera que es muy difícil interactuar con los compañeros fuera del horario y espacio de la prepa.

Los seis testimonios coinciden en que la prepa significa tránsito, que tiene que ver con entrar a la edad adulta. Y así como es un espacio para estudiar y prepararse, también significa amistades y relaciones entrañables, y para algunos también significa momentos desagradables como riñas, favoritismos por parte de maestros, materias reprobadas. Uno de los elementos en común es el esfuerzo que no solamente se refiere a lo académico e intelectual, sino a sus propias condiciones de vida; así lo recuerdan y será parte de su visión de mundo.

Como lo señala Weiss (2012), con base en los estudios realizados en la línea de investigación que ha coordinado en el DIE-CINVESTAV, hay evidencias suficientes para poner en entredicho el modelo clásico de la trayectoria social hacia la adultez, aunque tampoco puede declararse superado.

En el caso de nuestros estudiantes, pareciera que el recorrido que deben hacer los jóvenes en su avance por la escuela es de “cuesta arriba”, debido a la dificultad por seguir adelante y que en muchas ocasiones no es claro hacia dónde se va, pues el camino que ofrece el bachillerato no les representa una meseta o una planicie desde la cual sea

posible vislumbrar el horizonte al que se dirigen, aunque saben, como María, que “si no le echaba ganas nunca iba a salir adelante”, por lo que sólo les queda seguir con tesón.

Al igual que lo encontrado en otros trabajos (Guerra y Guerrero, 2004; Romo, 2009; Velázquez, 2007), los recorridos educativos de los estudiantes entrevistados son interrumpidos y fragmentados, tanto por cuestiones propias del sistema educativo (reprobar materias, dificultades de acceso, rechazo de las propias instituciones, falta de aprendizajes significativos), como como por elementos de su propio contexto social y familiar, especialmente lo económico. Y ante estas dificultades y la cuesta arriba del camino, aparecen múltiples momentos de decisión entre seguir y claudicar.

Durante la entrevista se les preguntó a los estudiantes tres momentos de su recorrido por el bachillerato en concreto: el ingreso o inicio, el paso, y el cierre o culminación. Es de llamar la atención que en los seis casos hay un alto grado de coincidencia en cuanto a su apreciación de estos momentos de su paso por la educación media: un comienzo difícil, un tránsito feliz, agradable y altamente significativo, y un cierre con fuertes sentimientos de orgullo, satisfacción e incluso de nostalgia.

Finalmente, un elemento que destaca en este tránsito por el bachillerato y una preocupación constante en todos los entrevistados fue la cuestión económica, pues como ya se mencionó antes, provienen de contextos familiares y sociales desfavorables en los que muchas veces no se cuenta con toda la facilidad económica para impulsar a los hijos a seguir estudiando, por lo que iniciar, cursar y terminar la preparatoria requiere de una fuerte decisión personal que asume la responsabilidad por los gastos que se generen. Y todos lo resolvieron, aunque de diferentes maneras: con becas (Alejandro), trabajando (Carlos, Isabel, Jorge) o mediante el apoyo y sacrificio de la familia (María, Rosa). Y todos ellos expresan que salieron fortalecidos de este proceso, más maduros y responsables.

## CONCLUSIONES

Como universitarios el bachillerato se traduce en recuerdos. Carlos lo recuerda como una etapa en la que aprendió a no juzgar a los demás; María lo añora, quisiera volver a vivir la etapa de preparatoria; Jorge recuerda en especial a sus amigos. La universidad se traduce en volver a vivir un proceso de adaptación, como el que vivieron al ingresar a la prepa. Sin embargo, en la universidad se piensan como mayores de edad, con más responsabilidades. Y a la pregunta de qué le dirían a un adolescente de secundaria sobre el bachillerato, todos coincidieron en su respuesta: deben seguir estudiando, porque la preparatoria significa una oportunidad de crecimiento.

Los seis jóvenes, a través del acercamiento que los autores tuvieron con ellos por medio de la entrevista, les platicaron y externaron su imagen sobre el bachillerato, que refuerza estereotipos que se relacionan con un espacio para el relajo, donde puede haber violencia, en donde los jóvenes muestran que son inmaduros como parte de su propio desarrollo, un sitio para estudiar, un lugar de tránsito. Sin embargo, también es un ámbito para construir sociabilidades, para reafirmar identidades, para descubrir y consolidar gustos y aficiones, y construir sus propios imaginarios a partir de sus experiencias.

Por otro lado, es de llamar la atención que entrevistamos a jóvenes que han tenido experiencias muy fuertes (a veces complicadas y difíciles) a nivel personal y familiar, como la pérdida de seres queridos, preocupaciones económicas, enfermedades o accidentes; sin embargo, en su discurso es claro que no se victimizan, y que a partir de sus circunstancias han sido capaces de reinventarse, y en este sentido el bachillerato y la universidad se convierten en pilares fundamentales de su propia construcción y realidad.



## REFERENCIAS

- BARBA, B. (2004). *Escuela y socialización. Evaluación del desarrollo moral*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- CRUZ, A. (2010). *La prevención de conductas de riesgo en adolescentes de bachillerato privado*. Tesis de maestría. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- DE GARAY, A. (2005). *Los actores desconocidos. Una aproximación al conocimiento de los estudiantes*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- GUERRA, I. Y GUERRERO, E. (2004). *¿Qué sentido tiene el bachillerato? Una visión desde los jóvenes*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
- MEDINA, I. (2008). *Factores asociados al razonamiento verbal y matemático: resultados del EXANI II en estudiantes de Educación Media en Aguascalientes (2002)*. Tesis de maestría. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- MILÁN, L. (2015). *Aprendizajes para la vida en el bachillerato desde la perspectiva de estudiantes del último semestre en la ciudad de Aguascalientes*. Tesis de doctorado. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- MISHLER, E. (1986). *Research interviewing. Context and Narrative*. US: Harvard University Press.
- MUÑOZ, G. (2002). *El desarrollo moral en alumnos de escuelas secundarias de Aguascalientes*. Tesis de maestría. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- ROMO, M. (2002). *Diagnóstico del desarrollo moral y resolución de la crisis de identidad en bachilleres del municipio de Aguascalientes*. Tesis de maestría. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- ROMO, M. (2009). *Jóvenes universitarios de Aguascalientes. Procesos identitarios y reflexividad moderna*. Tesis de doctorado. Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV.
- SCHWANDT, T. (2000). Three Epistemological Stances for Qualitative Inquiry. Interpretivism, Hermeneutics, and Social Constructionism. En N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (2ª. ed.) (pp. 189-213). Thousand Oaks, California, US: SAGE Publications.
- VELÁZQUEZ, L. (2007). *Cómo vivo la escuela: oficio de estudiante y microculturas estudiantiles*. México: Lucierna Diógenis.
- VERA, O. (2011). *Percepción del adolescente en la comunicación con sus padres sobre sexualidad en la escuela preparatoria CONALEP de la ciudad de Aguascalientes*. Tesis de maestría. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- WEISS, E. (Coord.). (2012). *Jóvenes y bachillerato*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

### Dictiotopografía

- IBARRA, L., ESCALANTE, A. y FONSECA, C. (2013). El significado de estudiar para los jóvenes de bachillerato. *Education Policy Analysis Archives*, 21(enero): 1-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=275029728060>
- OEI (Organización de Estados Iberoamericanos) (2008). *La Reforma Integral de la Educación Media Superior*. Recuperado de [http://www.oei.es/pdfs/reforma\\_educacion\\_media\\_mexico.pdf](http://www.oei.es/pdfs/reforma_educacion_media_mexico.pdf)

## RESULTADOS DE LA TUTORÍA INDIVIDUAL EN LOS ALUMNOS DE LA UPA

Raúl Alejandro Gutiérrez García<sup>1</sup>, Adrián Ábrego Ramírez, Karina Elizeth Armas de Santos, Sandra Patricia Flores Esquivel, José Antonio Saldívar Cervantes, Eric Fernando Hidalgo Romo, Ma. de Lourdes Y. Margain Fuentes

**Palabras clave:** tutoría individual, universitarios, UPA.

### INTRODUCCIÓN

Los primeros antecedentes sobre tutoría se encuentran en la cultura clásica griega dada por los pensadores Sócrates, Platón y Aristóteles, entre otros, resalta entre sus funciones el conocimiento de sí mismo, lograr su ajuste y adecuación social y la elección de una actividad en consonancia con los intereses de los sujetos (López, 2003). En la educación superior, fue hasta el siglo XVI en la Universidad de Oxford en que se registró la tutoría como actividad que se organizó como sistema, otorgándole al tutor los roles de guía, maestro y amigo del tutorado (Rodríguez, 2000).

Un momento importante en México fue en el año 2000, cuando la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior (ANUIES) emitió dos propuestas que constituyeron un impulso fundamental para el desarrollo de auténticos Programas Institucionales de Tutorías en las Instituciones de Educación Superior (IES) en México, en donde se incluye un apartado destinado a promover la formación integral de los estudiantes a través de programas de tutoría para estudiantes de licenciatura, entre otras importantes acciones (Rodríguez, 2000).

La ANUIES define a la tutoría como un proceso de acompañamiento de tipo personal y académico a lo largo del proceso formativo para mejorar el rendimiento académico, solucionar problemas escolares, desarrollar hábitos de estudio, trabajo, reflexión y convivencia social (ANUIES, 2000). En la UPA, la tutoría es considerada bajo los aspectos de la ANUIES para la formación integral de los estudiantes.

En las Universidades Politécnicas la finalidad es dar respuesta a las necesidades de la sociedad formando profesionistas de manera integral, por lo que la tutoría puede coadyuvar en esta tarea. En la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UPA) se tiene un modelo, al que se ha llamado Tutoría Integral Sistematizada (TIS), en donde se busca que alumnos desarrollen capacidades generales para aprender, actualizarse, identificar, plantear y resolver problemas personales, familiares, académicos y profesionales, para que se logre un bienestar subjetivo y con su entorno.

<sup>1</sup> Departamento de Formación Integral y Tutorías, Universidad Politécnica de Aguascalientes.  
Correo electrónico: raul.gutierrez@upa.edu.mx

La acción tutorial en México dirigida al estudiante de licenciatura es de reciente aparición y surgió como una estrategia para resolver problemas relativos a la deserción, rezago y baja eficiencia terminal.

Campbell y Campbell (1997) mostraron que los 339 estudiantes que estaban recibiendo tutoría tuvieron un promedio de calificaciones más alto (9.33 contra 8.49), completaron más unidades por semestre (2.45 contra 2.29) y presentaron un índice menor de reprobación (14.5% contra 26.3%). La mayor frecuencia de contacto entre mentores y sus alumnos tuvo un impacto notorio en el promedio de estos. El logro académico y la permanencia no mostraron diferencias de género o de grupo racial entre mentores y alumnos asignados ni con la coincidencia de estos indicadores.

Es una creencia común que todo desgaste emocional que sufren estudiantes de educación superior es algo negativo. Los expedientes de 729 alumnos universitarios fueron revisados para verificar en primer lugar: sus razones para abandonar la carrera y en segundo: su promedio escolar en el momento en que se dieron de baja. Los resultados indican que los alumnos abandonan sus estudios por diferentes razones: algunas de ellas resultan ser positivas para ambos, escuela y estudiantes. Los investigadores cuestionan la idea de que una retención de 100% de los estudiantes es una meta deseable, ya que examina la posibilidad de que cierto nivel de desgaste emocional en los estudiantes por parte de las instituciones de educación superior puede ser deseable, tanto para estas instituciones como para sus estudiantes (Rummel, Acton, Costello & Piellow, 1999).

El objetivo de este trabajo consistió en dar a conocer los resultados de la tutoría individual en los alumnos de pregrado y posgrado de la UPA durante el periodo mayo 2014-abril 2015.

## METODOLOGÍA

Diseño no experimental, transversal y ex post facto para tres muestras independientes en los periodos mayo-agosto 2014, septiembre-diciembre 2014 y enero-abril 2015; y se buscó describir las características de los estudiantes y los resultados más importantes en lo que respecta a la frecuencia.

Los participantes en el programa de tutorías fueron 889 alumnos durante el periodo, cabe señalar que la tutoría es solicitada por los estudiantes. El instrumento de recolección de la información se hizo mediante un formato de tutoría que se encuentra dentro del Sistema de Gestión de Calidad de la UPA, en donde se exploraron dimensiones y factores que se deben contemplar durante la sesión de tutoría. El análisis que se utilizó lo constituyeron estadísticas descriptivas para las variables sociodemográficas y de cada una de las dimensiones (social, afectiva, motora y cognitiva).

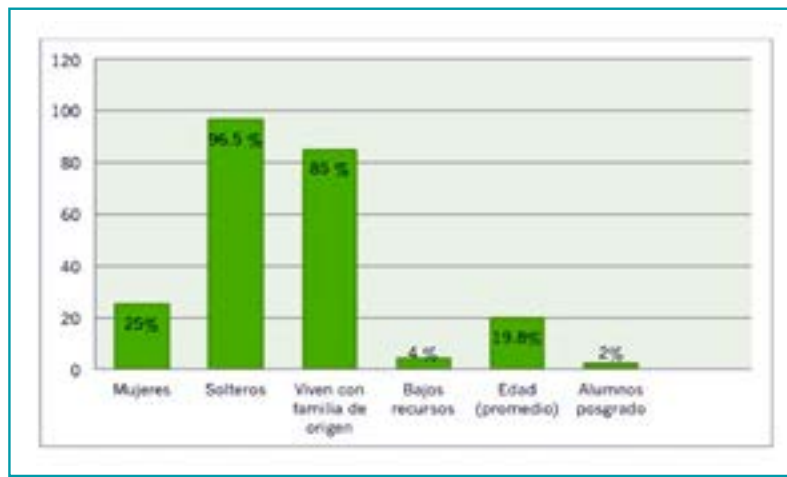
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los alumnos que recibieron tutoría en cada periodo y además las tutorías ejecutadas. Se observa que en algunos alumnos se les vio en más de una ocasión, dada la diferencia de entre alumnos y tutorías realizadas.

**Tabla 1.** Periodos, alumnos y tutorías en la UPA

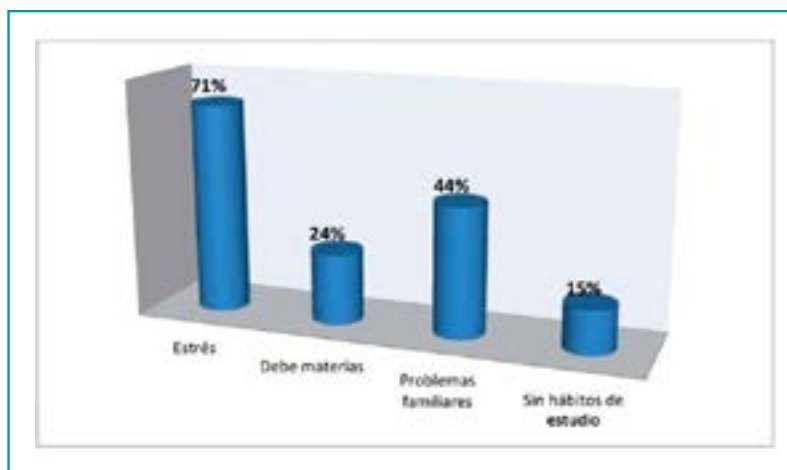
Periodo	Alumnos	Tutorías
Mayo-agosto 2014	296	406
Septiembre-diciembre 2014	401	551
Enero-abril 2015	192	352
<b>Total</b>	<b>889</b>	<b>1309</b>

*Nota:* Los periodos corresponden a los cuatrimestres. Se considera alumnos a las personas que recibieron tutorías. Tutorías son el número de formatos de los que se tienen registro.



**Figura 1.** Resultados de datos demográficos.

Con respecto a la figura 1, la información se obtuvo de los resultados de los formatos de tutoría (promedio de los 3 periodos). En lo que respecta a los datos sociodemográficos de los universitarios, la mayoría de los tutorados son hombres (75%), esto es proporcional con la población estudiantil de la UPA que corresponde a 74% que son varones, otro dato a destacar es el porcentaje elevado de los participantes que son solteros y viven con su familia origen. El promedio de edad es menor a 20 años, lo que hace pensar que la mayoría que recibe tutoría es de los primeros cuatrimestres. En este proceso también se atendió a los alumnos de posgrado.



**Figura 2.** Resultados de las principales problemáticas.

En la figura 2 la información se obtuvo de los resultados de los formatos de tutoría (promedio de los 3 periodos). Se presentan las problemáticas de mayor frecuencia, que fueron el estrés, problemas familiares, tales como los económicos y de interacción entre los padres; escolares, por ejemplo, falta de hábitos de estudio y materias reprobadas.

En los estudios de Campbell y Campbell (1997) se encontró que la tutoría ha disminuido el índice de deserción y la mejora del aprovechamiento, esto no se pudo explorar en esta investigación; pero el objetivo de la tutoría en la UPA tiene como propósito ayudar en el desempeño académico y en la toma de decisiones. También es similar a la propuesta de Rummel et al. (1999), donde se tiene un expediente de uno de los estudiantes; por su parte, en la UPA se tiene un registro y una base de datos de aspectos sociodemográficos de los universitarios.

## CONCLUSIONES

Se identificaron las problemáticas más recurrentes que afectan el desempeño estudiantil y se relacionaron con las dimensiones y factores del ser humano, ello permitió detectar a los alumnos en estado vulnerable para canalizarlos a los psicólogos de la UPA y realizar acciones específicas en la prevención e intervención de las problemáticas encontradas. A luz de reflexionar sobre los hallazgos se considera oportuno continuar analizando los resultados obtenidos de este modelo de tutoría como parte de un proceso de mejora continua institucional.

Los resultados de las tutorías aplicadas en las IES se han centrado en el impacto del rendimiento escolar y la permanencia de los estudiantes, este estudio es relevante porque considera los anteriores aspectos pero también profundiza en las dimensiones del desarrollo humano y la prevención de posibles problemáticas. Cuando se han detectado áreas que necesitan un tratamiento especial se ha optado por realizar talleres o cursos dirigidos para estudiantes y profesores.

Además, la TIS realizó las siguientes tareas: da atención y seguimiento a las problemáticas de los alumnos; se ofrecen otras modalidades de tutoría; los registros de la tutoría se hacen vía electrónica; se ha considerado al alumno en sus dominios funcionales del desarrollo.

## REFERENCIAS

ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior) (2000). *Programas Institucionales de Tutoría, una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las instituciones de educación superior*. México: Biblioteca de la Educación Superior.

CAMPBELL, T. & CAMPBELL, D. (1997). Faculty/student mentor program: Effects on academic performance and retention. *Research in Higher Education*, 38(6): 727-742.

RUMMEL, A., ACTON, D., COSTELLO, S. & PIELLOW, G. (1999). Is all retention good? An empirical study. *College Student Journal*, 33(2): 241.

### Dictiotopografía

LÓPEZ, O. A. (2003). La tutoría en la universidad. *Primer foro internacional de tutoría académica*. Recuperado de <http://148.202.105.12/tutoria/pdf1f/f010301.pdf>

RODRÍGUEZ, G. R. (2000). La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo. Una propuesta de la ANUIES. Título del documento aprobado por la *Asamblea General de la ANUIES en su XXX Sesión Ordinaria*, celebrada los días 12 y 13 de noviembre de 1999. UNAM. Recuperado de [http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista113\\_S5A2ES.pdf](http://publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista113_S5A2ES.pdf)

## COMPRENSIÓN LECTORA EN UNIVERSITARIOS DE HUMANIDADES E INGENIERÍA\*

Aidé Trinidad Vital Caballero<sup>1</sup>, María Teresa Dávalos Romo,  
Alma Yadira Aguilar Zedeño

**Palabras clave:** comprensión lectora, universitarios, humanidades, ingeniería.

### INTRODUCCIÓN

La comprensión lectora suele evaluarse y analizarse de forma general y unitaria. Sin embargo, al ver la complejidad existente en la delimitación de este proceso cognitivo, se han ido introduciendo variables a considerar, como son el tipo de texto, tipos de comprensión, niveles de representación mental (Díaz & De Vega, 2003; van Dijk & Kintsch, 1983). De esta manera y al incluir estos elementos León, Escudero y Olmos (2012) consideran se puede ofrecer una información más precisa de la comprensión de un determinado lector, pues este puede ser muy competente ante la comprensión de un tipo de texto determinado, pero no ante otro. De esta forma, la competencia lectora no debe considerarse como algo general que posee un determinado lector, sino más bien, como un reflejo de una situación específica: tipo de texto, conocimiento, nivel de representación según indica León et al. (2012), y es así como proponen evaluar la comprensión lectora considerando estas variables. De esta visión surge la propuesta de ECOMPLEC, el cual tiene como objetivos: 1) evaluar diversos procesos y productos psicológicos que afectan a la comprensión lectora en diferentes contextos; 2) elaborar un diagnóstico preciso de las competencias lectoras; y 3) promover la formación de docentes y la elaboración de material didáctico.

Es importante señalar que las deficiencias en la comprensión lectora se manifiestan en todos los lectores y en todas las edades, pero las evaluaciones existentes se centran en la aportación del nivel de escolarización básico (primaria o secundaria), ya sean internacionales o nacionales (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos: por sus siglas en inglés, PISA y/o Evaluación Nacional del Logro Educativo: ENLACE), las cuales evidencian un bajo nivel en las áreas de comprensión lectora.

Por ejemplo, PISA en el año 2012 muestra que 41% de los alumnos mexicanos no alcanzan el nivel de competencias básico; menos de 0.5% de alumnos mexicanos de 15 años logra alcanzar los niveles de competencia más altos; y que el alumno promedio en México obtiene 424 puntos, cuando el puntaje promedio en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

\* Investigación del Cuerpo Académico UAZ-213 "Procesos cognitivos y contexto educativo".

<sup>1</sup> Unidad Académica de Psicología, Universidad Autónoma de Zacatecas extensión Jalpa.  
Correo electrónico: aide.vital@gmail.com, tt-kiki@hotmail.com

(OCDE) es de 496, una diferencia con México que equivale a poco menos de dos años de escolaridad. Con esto la OCDE considera que tomará más de 65 años llegar al promedio establecido (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2012).

Por otra parte, la prueba ENLACE, en sus resultados del 2013, ubica a 52.4% de alumnos del último grado de bachillerato del estado de Zacatecas en un nivel de desempeño insuficiente y elemental en competencia lectora y por tanto, se sabe que los alumnos necesitan adquirir o fortalecer la mayoría las habilidades y conocimientos para poder desarrollar la habilidad lectora (Gobierno del Estado de México, 2013).

Sin embargo y a pesar de los resultados anteriores, tanto las pruebas nacionales como internacionales no realizan valoraciones y análisis en los niveles educativos superiores (universitarios) y aunque existe rendimiento muy pobre en los alumnos que cursan niveles superiores, no existe una instancia e instrumento que refleje la situación real existente. Al respecto, podemos señalar el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (CENEVAL), propone la evaluación a los alumnos que iniciarán el bachillerato (EXANI-I), estudios superiores o técnicos (EXANI-II), estudios de posgrado (EXANI-III). Sin embargo, el diagnóstico que se ofrece de esta población está centrado en las competencias disciplinares y genéricas que se consideran son el pensamiento matemático, analítico, comunicativas del español. Pero no propone alguna medida de intervención.

Ante esta situación se pretende hacer la aplicación del instrumento ECOMPLEC.Sec (León et al., 2012), el cual fue propuesto para alumnos de la Escuela Secundaria Obligatoria (ESO), y tras consideraciones de su creador (León et al., 2012) es un elemento de apoyo flexible de adaptaciones, para evaluar y diagnosticar a lectores adultos. Es así como tras un acomodo al español mexicano se utilizó para conocer la situación lectora en estudiantes universitarios de la Universidad Autónoma de Zacatecas–UAZ–campus Jalpa. Haciendo un comparativo entre alumnos de 1°, 5° y 9° semestre de las áreas de humanidades e ingeniería, y así el objetivo de esta investigación fue indagar si existen diferencias entre las distintas área del conocimiento con respecto al índice de comprensión lectora (tanto en base de texto como modelo mental) y verificar si al incrementar el grado de escolaridad se tiene una mejor puntuación en la evaluación que realiza el instrumento ECOMPLEC. Sec.

## METODOLOGÍA

**Participantes.** Para este estudio se aplicó ECOMPLEC.Sec a la totalidad de los alumnos de 1°, 5° y 9° semestre de la UAZ, extensión Jalpa de las áreas humanidades e ingeniería. Dando un total de 109 sujetos distribuidos tal como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1.** Distribución de la población a la que se aplicó la prueba de comprensión lectora: ECOMPLEC. Sec.

Semestre	Área: Humanidades	Área: Ingeniería
1°	20	21
5°	26	14
9°	23	5
	Total Psicología= 69	Total Ingeniería= 40

**Instrumento.** El cuadernillo ECOMPLEC.Sec contiene: un texto *Narrativo* (Continuidad de los parques), con 27 preguntas; un texto *Expositivo* (Los árboles estranguladores), 25 preguntas; y un texto *Discontinuo* (Ocio), con 22 preguntas. Todas las preguntas cumplen las características de las variables a considerar (nivel de representación, tipo de conocimiento). Estas variables se cruzan de tal forma que las preguntas se sitúan en la categoría de: base del texto/empática, base del texto/orientada a metas, base del texto/conceptual, etc., así como modelo mental/empática,

modelo mental/orientada a metas, modelo mental/conceptual, etc. A esta serie de preguntas se les añaden las preguntas metacognitivas (León, Escudero, Olmos, Sanz, Dávalos y García, 2009).

En el cuadernillo únicamente se lee el texto y las preguntas con sus posibles respuestas (tres opciones máximo) y la respuesta seleccionada se marca en una hoja independiente, la cual se entrega al mismo tiempo que el cuadernillo. Para el análisis de datos tras identificar el índice de comprensión lectora (porcentaje de respuestas correctas en los tres textos) se hizo una comparación de medias para identificar las diferencias entre los alumnos de las carreras de humanidades vs. carreras de ingeniería.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar las medias de respuestas correctas entre alumnos del área de humanidades y área de ingeniería no se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones de niveles de representación y tipo de conocimiento, tal como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Diferencia de medias en los niveles de representación y tipo de conocimientos entre humanidades e ingenierías

Variables		Humanidades $\bar{X}$	Ingeniería $\bar{X}$	Diferencia de Medias
Niveles de representación	Base de texto	23.39	23.05	.343
	Modelo mental	24.36	24.68	-.317
Tipo de conocimiento	Conceptual	19.67	19.68	-.006
	Conceptual episódica	10.38	10.23	.157
	Empática	1.30	1.28	.026
	Orientada a metas	7.44	7.40	.039
	Científica	4.77	5.15	-.378
	Episódica	4.34	4.28	.066

Al hacer un análisis de los porcentajes de respuestas correctas en cuanto a los niveles de representación, se encuentran tal como lo indica la teoría León et al. (2009), la existencia de un mayor porcentaje de respuestas correctas en la base de texto (73%-72%) que de modelo mental (67%-68%).

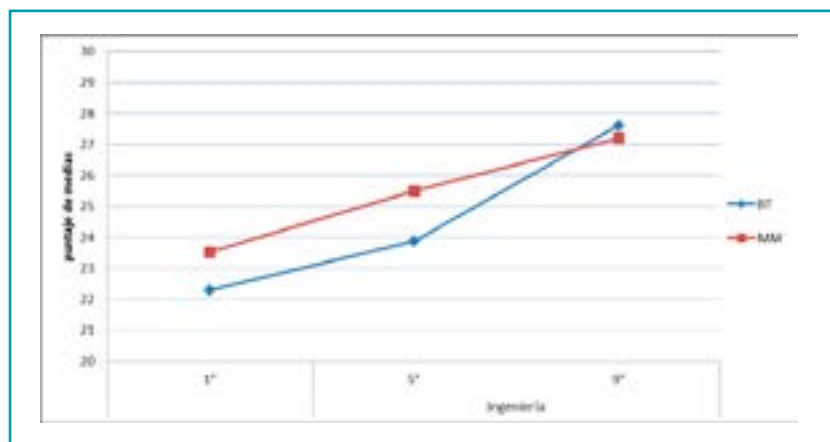
Con referencia a los tipos de conocimiento los porcentajes son similares, sólo un punto porcentual más en los alumnos de humanidades que en los de ingeniería, sólo se encontró en el tipo de conocimiento científico una mayor puntuación en los estudiantes de ingeniería (73%) que en los de psicología (68%). Esto se puede ver en la tabla 3.

Se destaca también, según las consideraciones de León et al. (2009), que al transcurrir los grados académicos los alumnos suelen presentar una tendencia a incrementar de forma constante. Sin embargo, este patrón no se observa al analizar las respuestas correctas en el área de humanidades. En este caso, en los alumnos de 5° semestre hay un decremento y en los de 9° nuevamente se genera un incremento (ver figura 1). Por su parte, los alumnos de ingeniería sí presentan el patrón sugerido por León et al. (2009), en este caso se ve claramente que a partir del 1° semestre el incremento es progresivo (ver figura 2).

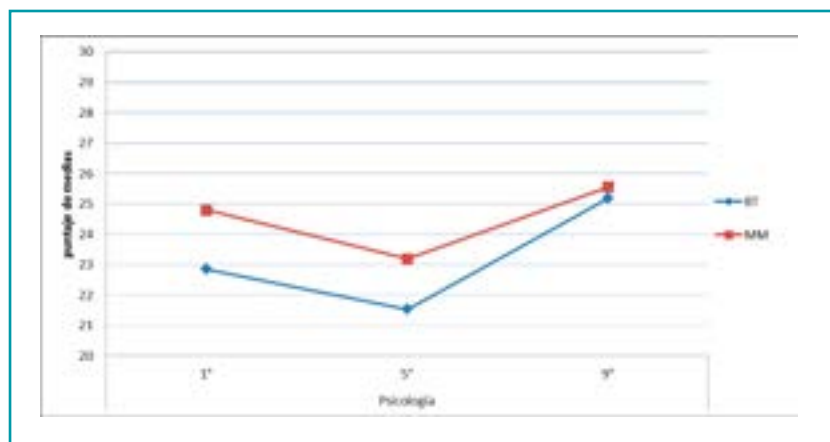


**Tabla 3.** Diferencia de porcentaje de puntuaciones en los niveles de representación y tipo de conocimientos entre humanidades e ingenierías

Variables		Ítems correctos esperados	Humanidades % respuestas correctas	Ingeniería % respuestas correctas
Niveles de representación	Base de texto	32	73%	72%
	Modelo mental	36	67%	68%
Tipo de conocimiento	Conceptual	28	70%	70%
	Conceptual episódica	11	94%	93%
	Empática	2	65%	64%
	Orientada a metas	10	74%	74%
	Científica	7	68%	73%
	Episódica	5	86%	85%



**Figura 1.** Puntajes de medias de los niveles de representación (base de texto y modelos mental) en humanidades por semestres.



**Figura 2.** Puntajes de medias de los niveles de representación (base de texto y modelos mental) en ingenierías por semestres.

## CONCLUSIONES

Los resultados no evidenciaron diferencias significativas en el índice de comprensión lectora entre el área de ingeniería y humanidades.

La mayoría de los alumnos tienen un mayor puntaje en una comprensión de base de texto y no de modelo mental, lo que puede explicar las deficiencias lectoras en estudiantes universitarios.

En ambas áreas el tipo de conocimiento que mayor porcentaje de respuestas correctas tuvo fue el conceptual episódico y el de menor puntaje fue el empático.

Es importante señalar que León (2004) plantea que los niveles de comprensión en universitarios suelen ser pobres incluso ante las exigencias del nivel de textos de ENCOMPLEC.Sec, lo que justifica los puntajes obtenidos por estudiantes universitarios del campus Jalpa en ambas áreas.

Es importante destacar que existe un incremento de respuestas correctas con el avance de los semestres en el área de ingenierías, tal como lo indica León (2004); sin embargo, esto no se evidencia en el área de humanidades, lo que abre nuevas opciones de análisis de datos y preparación de futuras investigaciones al respecto.

### **Agradecimientos**

Las autoras desean agradecer a la alumna Marlen Alejandra Limón por la elaboración de la base de datos.

## **REFERENCIAS**

- DÍAZ, J. M. Y DE VEGA, M. (2003). Modelos de situación e inferencias en la comprensión de textos. En J. A. León (Coord.), *Conocimiento y discurso. Claves para inferir y comprender*. Madrid, España: Pirámide.
- LEÓN, J. A. (2004). *Adquisición de conocimiento y comprensión. Origen, evolución y método*. Madrid, España: Biblioteca nueva.
- LEÓN, J. A., Escudero, I., Olmos, R., Sanz, M. M., Dávalos, T. y García, T. (2009). *ECOMPLEC: un modelo de evaluación de la comprensión lectora en diversos tramos de la educación*.
- LEÓN, J. A., Escudero, I. y Olmos, R. (2012). *Evaluación de la comprensión lectora ECOMPLEC*. Madrid, España: TEA ediciones.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2012). *Programa para la evaluación internacional de alumnos. PISA 2012. Resultados*. Recuperado de [www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf](http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf)
- VAN DIJK, T. y KINTSCH, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York, US: Academic Press.

### **Dictiotopografía**

- GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO (2013). *Enlace Media Superior*. Recuperado de [http://portal2.edomex.gob.mx/ieval\\_edu/evaluacionesnacionales/enlace\\_media\\_superior/resultados\\_2013/index.htm](http://portal2.edomex.gob.mx/ieval_edu/evaluacionesnacionales/enlace_media_superior/resultados_2013/index.htm)

## EL PROBLEMA DEL SENTIDO DEL MAL Y DEL SUFRIMIENTO ANTE LA PRESENCIA Y LA AUSENCIA DIVINA

Rodolfo Bernal Escalante<sup>1</sup>, Juan José Láriz Durón,  
Jorge Alfonso Chávez Gallo

**Palabras clave:** mal, sufrimiento, sentido, antigüedad clásica, tradición judeocristiana, modernidad, ateísmo humanista.

### INTRODUCCIÓN

La caracterización de materiales para su uso en blindajes de radiación es un área consolidada en las Ciencias Nucleares, concretamente en la teoría de blindajes (Bjarngard, Tsai, & Rice, 1989).

Los blindajes

Una mirada hacia la historia de la humanidad muestra con claridad que el problema del mal y el sufrimiento nunca ha dejado tranquilo al espíritu humano. Al ser el sufrimiento un elemento inexorable del destino humano, el hombre siempre se ha visto acechado por toda clase de males. Con el mal que padece, se quiere decir toda suerte de calamidades y desgracias: las catástrofes naturales, la aflicción por la pérdida de los seres amados, las contrariedades, vicisitudes y apuros de la vida, el sopor, la desesperación, la demencia, la miseria, las enfermedades, la decrepitud, la muerte, etc. En todos estos casos, el mal significa sufrimiento que sobreviene al ser humano.

En esta investigación no se buscó indagar acerca del origen, las causas y los tipos de mal y sufrimiento, tampoco se intenta negarlo, ni se buscó cómo librarse de éste; lo que pretendió fue responder a la pregunta: ¿Por qué sufrimos? ¿Para qué vivir una vida plagada de sufrimientos y maldad? El problema a abordar no es tanto el sufrimiento mismo, sino que falte la respuesta al grito de la pregunta: «¿para qué sufrir?». Lo que no se puede aceptar es que suframos sin razón, la falta de sentido del sufrimiento.

Así pues, el problema central que se aborda en esta investigación es acerca del sentido del sufrimiento humano, si existe la posibilidad de encontrar una justificación filosófica, la cual estará guiada por dos interrogantes: ¿Puede la presencia de Dios justificar y darle sentido al sufrimiento humano? ¿Puede el hombre, sin recurrir a la idea de Dios, darle sentido a su sufrimiento?

---

1 Departamento de Filosofía, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: rodber@correo.uaa.mx

## METODOLOGÍA

Esta investigación se caracteriza por ser histórica y comparativa. Se ha realizado una investigación documental de las fuentes directas de los principales filósofos que en diferentes momentos históricos se plantearon esta problemática, considerando también valiosas fuentes indirectas. Además se ha utilizado la metodología habitualmente filosófica, consistente en análisis de conceptos, confrontación de argumentos, planteamientos hermenéutico y genealógico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las culturas arcaicas, según Mircea Eliade, no presentaban dificultad para darle sentido al mal y al sufrimiento, ya que vivían según modelos extramundanos, conforme a arquetipos, los cuales eran lo único verdaderamente real, vivir de acuerdo con dichos arquetipos equivalía a respetar la ley, la cual era revelada por una divinidad. Así pues, para el hombre arcaico la experiencia del mal y el sufrimiento eran algo normal, ya sea individual o colectivamente, este padecimiento siempre tenía sentido. Las calamidades, la mala suerte, las catástrofes cósmicas (sequías, inundaciones, tempestades, etc.), las desgracias personales, eran soportadas porque no eran gratuitas ni arbitrarias, ni producto del azar, sino de ciertas influencias mágicas o demoníacas. Así, el sufrimiento proviene de la acción mágica del enemigo, de una falta ritual o de la ira de Dios. El hombre primitivo no es capaz de concebir un <<sufrimiento>> no causado; siempre es provocado por una falta personal, o por la envidia y maldad del enemigo. Siempre hay una causa que permite que el sufrimiento sea coherente y soportable.

Mircea Eliade señala que en las culturas arcaicas «los motivos que sirven como justificación del sufrimiento y el dolor varían según los pueblos, pero la justificación vuelve a encontrarse en todas partes. En general puede decirse que el sufrimiento es considerado como la consecuencia de un extravío en relación a la «norma»» (Eliade, 1999: 92).

Así pues, en el cuadro de las civilizaciones arcaicas el sufrimiento y el dolor no son concebidos como azarosos, ciegos, ni carentes de significado, sino que, siempre, cualquiera que sea su naturaleza, tiene un sentido y una función bien determinados.

Por su parte, la civilización griega se dejó impresionar profundamente por los sufrimientos y las tristezas de la vida, fue una de las primeras en considerar la existencia humana con tintes de pesimismo. Dicha existencia es algo efímero y sobrecargado de sufrimientos, males y miserias. Los griegos supieron captar con plena lucidez la infabilidad del sufrimiento. Diversos ejemplos de esto se pueden encontrar en los poetas y pensadores de la Grecia antigua, en los distintos géneros literarios y muy particularmente en la tragedia.

En la *Teogonía* Hesíodo relata, entre otras tantas cosas, el origen del sufrimiento humano. Se dice que Prometeo, como bienhechor de la Humanidad y por amor a los mortales, comete una falta ritual al alterar el sacrificio solemne en honor a Zeus. Del buey inmolado hace dos partes e induce al dios del rayo para que elija la peor de estas. Este engaño irritó a Zeus, el cual sintió un profundo rencor hacia Prometeo y los hombres, a los cuales privó del uso del fuego. Pero el protector de los hombres les devuelve el fuego después de haberlo robado a los dioses. Esto encolerizó tanto a Zeus que no tardó en perpetrar su venganza. A éste lo condenó a permanecer para siempre encadenado en el Cáucaso. Para castigar a la raza humana pidió a Hefesto y Atenea que formaran una bella mujer y la pusieran entre los hombres. En cuanto llegó a la Tierra, Pandora, atormentada por la curiosidad, abrió la vasija y en medio de una gran nube escapó todo cuanto desde entonces tortura y hace sufrir a los hombres. Toda clase de males se esparcieron entre el género humano; la locura, los vicios, las pasiones, la enfermedad, la vejez, la decrepitud, la muerte y toda clase de sufrimientos inimaginables. Cerrando nuevamente la vasija, Pandora logró que no escapara lo

único que quedaba: la esperanza. De esta manera, la humanidad se vio afligida por todos los males y sufrimientos y sólo les quedó el miserable consuelo de la esperanza, la cual impidió que los atormentados mortales pusieran fin a su sufrimiento con una muerte voluntaria (Hesíodo, 1986, p. 18-21).

En la tradición judeocristiana, ya desde los primeros capítulos del Génesis, encontramos que el mal, el sufrimiento y la muerte se deben, ya sea a la caída, al pecado original, a la desobediencia o al castigo impuesto por Dios a Adán y Eva, y a toda la humanidad. (Génesis 3:1-24). Al haber hecho uso de su libre albedrío, Adán y Eva optaron por desobedecer a Dios, lo cual provocó la existencia del sufrimiento. Ehrman plantea que «la manera de entender el sufrimiento como resultado de las acciones pecaminosas es lo más cercano que podemos encontrar en la Biblia a lo que en la discusión filosófica sobre el problema de la teodicea se conoce como «la defensa del libre albedrío». El argumento filosófico es este: Si Dios no nos hubiera dado el libre albedrío, éste sería un mundo menos perfecto; Dios, sin embargo, quería crear un mundo perfecto y, por ende, tenemos libre albedrío, tanto para obedecerle como para desobedecerle, tanto para aliviar el sufrimiento como para causarlo. Esta es la razón que explica la existencia del sufrimiento en un mundo que, en última instancia, está controlado por un Dios que es al mismo tiempo todopoderoso y bueno» (Ehrman, 2088: 123).

En el Nuevo Testamento el sufrimiento adquiere otras significaciones. El mensaje cristiano abre una nueva posibilidad de justificar el sufrimiento a partir del modelo de Cristo. Ya no es un castigo, ya no se padece para lavar culpas, sino una vía de purificación, sufrir es un mérito. El motivo básico es la salvación individual, la recompensa en la otra vida, debida a los méritos de esta vida, en la que todo sufrimiento es un sacrificio que redime las culpas y obtiene el favor de Dios.

En lo referente a la justificación del mal y el sufrimiento a partir de la ausencia divina, el hombre occidental, sobre todo a partir del proyecto de la modernidad, ha ido logrando una comprensión autónoma de sí mismo y del mundo que le rodea que ha terminado por hacer innecesaria la hipótesis de Dios. Lo «inexplicable» se ilumina desde el progreso científico-técnico. Lo «inexplicable» no se comprende desde ningún supuesto, tampoco desde Dios. A lo «inexplicable» pertenece, bien lo experimenta el ser humano, el problema del mal y el sufrimiento. En él tiene su origen el otro problema, el de Dios. El mal es el gran responsable de los discursos quebrados y problemáticos sobre Dios. El mundo, la vida y la muerte siguen demandando explicación. El ser humano reclama orientación para sobrellevar la contingencia. El gran tema del sentido último de la realidad continúa pendiente.

Varios filósofos han tenido esta profunda preocupación intelectual y han abordado el problema de distintas maneras. Entre ellos se encuentra Arthur Schopenhauer.

Otra de las posturas que intenta tomar el lugar de Dios para explicar este sentido último de la realidad, en el que se encuentra el problema del mal y el sufrimiento, es la corriente de pensamiento identificada como ateísmo humanista (Gómez Caffarena, 2007: 331-339) del cual es posible identificar tres corrientes: la representada por Feuerbach, Marx y Freud, quienes coinciden en considerar la idea de Dios como una proyección. Todo aquello que el hombre desea y no lo puede alcanzar lo proyecta en un Dios lejano e inaccesible, la representada por Nietzsche y Sartre la cual sostiene que Dios y la libertad humana se excluyen, y la corriente que afirma que este mundo, con su carga de injusticia y sufrimiento, no es reconciliable con la bondad y omnipotencia de Dios.

Esta última se centra en la pregunta que cruza como una herida insanable por todos nuestros sentidos y por la mente: la pregunta que impone la presencia del sufrimiento inocente e inútil en el mundo. Todas las explicaciones que han surgido a lo largo de la historia de la humanidad no han conseguido dar una explicación a esta forma del

mal que es la más radical: el sufrimiento cruelmente gratuito, de pura maldad, de perversidad irreductible, infligido al inocente que no ha podido ni podrá jamás pecar.

Los representantes más apasionados son Fiodor Dostoievski y Albert Camus. Ambos dejaron constancia de su grandeza moral al negarse a «comprender e integrar» el sufrimiento humano, en especial el de los niños. Así lo expresa Camus:

La protesta contra el mal que está en el corazón mismo de la rebelión metafísica es significativa en este respecto. No es el sufrimiento del niño lo indignante en sí mismo, sino el hecho de que ese sufrimiento no esté justificado. Después de todo, el dolor, el destierro, el encierro son aceptados, a veces, cuando la medicina o el buen sentido nos convencen de ello. A los ojos del rebelde, lo que le falta al dolor del mundo, como le falta a los instantes de su dicha, es un principio de explicación. (Camus, 1982: 118)

Por su parte, Dostoievski realiza este planteamiento del sufrimiento gratuito en el capítulo IV del libro V de su obra *Los hermanos Karamázov*. Así plantea la pregunta Iván Karamázov:

¿Cómo es posible creer que la bondad y la omnipotencia del Creador del mundo, ante el suplicio y la muerte de un niño destrozado por los perros azuzados contra él por el encolerizado amo de sus padres, o ante los sufrimientos de una niña abandonada en medio de la basura y las torturas del hambre y la sed a que la someten sus crueles progenitores? ¿Comprendes tú este absurdo, amigo y hermano mío, novicio mío de Dios y humilde; para qué hace falta ese absurdo y para qué se le crea? Sin eso –dicen- no podría vivir el hombre en la tierra, pues no sabría distinguir entre el bien y el mal. ¿Para qué distinguir entre esos endiablados bien y mal, cuando tanto cuesta?... Porque toda la ciencia del mundo no vale lo que las lágrimas de una pobre niña implorando a Dios. ¡Decídme, por favor! De todo punto resulta incomprensible por qué habían de padecer también ellos y por qué habrían de comprar ellos también con su dolor la armonía. ¿Por qué hubieron de convertirse en material y fomentar a su costa, para no se sabe quién, la futura armonía? Aunque sea verdad que en el fin del mundo, en el momento de la armonía eterna, se cumplirá y se revelará algo precioso que bastará para colmar todos los corazones, para saciar todos los descontentos, para redimir todas las maldades de los hombres, toda la sangre que se haya vertido. Pero ¿qué significa para mí su venganza; qué que haya infierno para los verdugos; qué puede compensar aquí el infierno, cuando los niños ya han sufrido su martirio? (Dostoievski, 1991: 1058-1066).

Por su parte Nietzsche, tras el anuncio de la muerte de Dios y ante la agonía del mesianismo, (Escalante Bonzalbo, 2000: 79) propone otros caminos para darle un nuevo significado al sufrimiento, entre los cuales está el ideal ascético. «En definitiva, -escribe Nietzsche- al pensar en el ideal ascético los filósofos piensan en el jovial ascetismo de un animal divinizado y al que han brotado alas, y que, más que descansar sobre la vida, vuela sobre ella» (Nietzsche, 1997: 126). Fuera del ideal ascético, el hombre no ha tenido hasta ahora ningún sentido. Aquí se encuentra el gran valor prestado por este ideal, el de proporcionar una solución al problema del sentido del sufrimiento.

Pues justamente esto es lo que significa el ideal ascético: que algo *faltaba*, que un vacío inmenso rodeaba al hombre, -éste no sabía justificarse, explicarse, afirmarse a sí mismo, sufría del problema de su sentido. Sufría también por otras causas, en lo principal era un animal *enfermizo*: pero su problema *no* era el sufrimiento mismo, sino el que faltase la respuesta el grito de la pregunta: «¿para qué sufrir?». El hombre, el animal más valiente y más acostumbrado a sufrir, no niega en sí el sufrimiento: *lo quiere*, lo busca incluso, presuponiendo que se le muestre un *sentido* del mismo, un *para-esto* del sufrimiento. La falta de sentido del sufrimiento, y *no* este mismo, era la maldición que hasta ahora yacía extendida sobre la humanidad, -*¡y el ideal ascético ofreció a ésta un sentido!* (Nietzsche, 1997: 185).

Así pues, la falta de sentido, mucho más que el sufrimiento mismo, es lo que al hombre le resulta terriblemente insoportable. El ideal ascético es una manera de llenar ese *horror vacui* [horror al vacío], es una forma de dar respuesta a la pregunta «¿para qué sufrir?».

Nietzsche se atrevió a mirar directa y valientemente la realidad esencial e inevitable del sufrimiento humano, pero no convirtió esa mirada en un argumento contra la vida, sino que la transformó en afirmación y sabiduría.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con todas las posturas ideológicas estudiadas, tanto en las posturas teístas, desde las culturas arcaicas, hasta las tradiciones religiosas actuales, como en las posturas ateas, se concluye que el ser humano quiere un fin para su vida, necesita darle un sentido a su existencia, necesita saber por qué tanto mal y sufrimiento. Dicha necesidad es intrínseca a la esencia humana. Las justificaciones que permiten darle sentido al sufrimiento, sean ateas o teístas, están en función del momento histórico en el que el individuo vive, pero la eterna pregunta siempre será la misma.

## REFERENCIAS

- BIBLIA [NC]. (1985). (Trad. E. Nacar y A. Colunga). Madrid, España: Biblioteca de Autores Cristianos.
- CABRERA, ISABEL. (1998). *El lado oscuro de Dios*. México: Paidós/Facultad de Filosofía y Letras/Universidad Nacional Autónoma de México (Biblioteca iberoamericana de ensayo/2).
- CAMUS, A. (1982). *El hombre rebelde*. Madrid, España: Alianza.
- DOSTOIEVSKI, F. (1991). *Los hermanos Karamázov*. En *Obras completas*. Tomo III. (Trad. Rafael Cansinos Asséns). México: Aguilar.
- EHRMAN, B. (2008). *¿Dónde está Dios? El problema del sufrimiento humano*. Madrid, España: Ares y Mares.
- ELIADE, M. (1999). *El mito del eterno retorno*. (Trad. Ricardo Anaya). Madrid: Alianza/Emecé.
- EPICURO (2000). *Sobre la felicidad. Fragmentos y testimonios escogidos*, 5. (Trad. Carlos García Gual). Madrid, España: Editorial Debate.
- ESCALANTE GONZALBO, F. (2000). *La mirada de Dios. Estudio sobre la cultura del sufrimiento*. México: Paidós (Biblioteca iberoamericana de ensayo/9).
- FRAIJÓ, M. (2004). *Dios, el mal y otros ensayos*. Madrid, España: Trotta.
- GÓMEZ CAFFARENA, J. (2007). *El enigma y el misterio. Una filosofía de la religión*. Madrid, España: Trotta.
- HAAG, H. (1981). *El problema del mal*. (Trad. Xavier Moll). Barcelona, España: Editorial Herder.
- HESÍODO (1986). *Teogonía*. Versión de Paola Vianello de Cordov. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- HOMERO (2008). *Ilíada*. Versión de Rubén Bonifaz Nuño. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- JAMES, W. (2006). *Las variedades de la experiencia religiosa*. Tomo I. (Trad. Catherine Seelig). México: Prana.
- NIETZSCHE, F. (1997). *La genealogía de la moral*. (Trad. Andrés Sánchez Pascual). Madrid, España: Alianza.
- SAFRANSKI, R. (2010). *El mal o el drama de la libertad*. (Trad. Raúl Gabbás). México: Tusquets.
- SCHOPENHAUER, A. (1998). *El dolor del mundo y el consuelo de la religión*. (Trad. Diego Sánchez Meca). Madrid, España: Alderabán.
- SCHOPENHAUER, A. (2003). *El mundo como voluntad y representación*. Volumen II. (Trad. Pilar López de Santa María). Madrid, España: Trotta.
- SÓFOCLES (2006). *Tragedias*. (Trad. A. Alamillo). Madrid, España: Editorial Gredos.



## IDENTIDAD, AUTONOMÍA Y BIEN NATURAL EN HARRY G. FRANKFURT\*

María Teresa Enríquez Gómez<sup>1</sup>

**Palabras clave:** persona, identificación, voluntad, amor, fin último.

### INTRODUCCIÓN

La pregunta sobre la identidad personal manifiesta la perenne importancia del autoconocimiento. Harry G. Frankfurt, filósofo norteamericano, famoso por la defensa del compatibilismo y por la denuncia del *bullshit*, es también un referente obligado en el tema de la identidad. Sus desarrollos con respecto a la identidad y la identificación, así como su modelo de deseos jerárquicos, han llamado la atención de numerosos interlocutores. El mismo año en que Frankfurt presentó las líneas básicas de su filosofía de la mente y de la acción (1971), recibió ya objeciones de Penelhum (1971), y poco después, de Watson (1975). A ambos respondió con artículos cuyo tema principal era la identificación (1977, 1987).

Más tarde, en 1999, en una reunión académica destinada a discutir el pensamiento del propio Frankfurt, el tema de la identificación y la identidad fue central en las discusiones con Velleman y Moran; y de importancia con Bratman, Wolf y Lear (Buss & Overton, 2002). Además, un año antes, la entrevista, de tono divulgativo, de Desmond (1998) obligó a Frankfurt a reconocer las consecuencias prácticas de su posición filosófica. Por su parte, comentarios de autores como Cuypers, Henning o Kritinsson, ante los que no parece haber respuestas directas por parte de Frankfurt, resultan también muy instructivos.

En fin, la teoría de la identidad y la identificación de Frankfurt ha provocado tan abundante discusión que el material generado se ha convertido, al cabo de cuatro décadas (1971-2012), en un objeto de estudio de indudable interés. La presente investigación ofrece una síntesis de esa instructiva trayectoria que, como se verá en los resultados, conduce a la cuestión de la existencia –o inexistencia– de fines naturales de la persona. En esa discusión se encuentra material suficiente para verificar una tesis que atraviesa la historia de la filosofía: la autonomía requiere un principio de identidad.

\* Proyecto "Acción, emociones, identidad, elementos para una teoría de las sociedades tardomodernas" (FFI2012-38737-C03-01), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (2013-2015).

<sup>1</sup> Departamento de Filosofía, Universidad Panamericana campus Aguascalientes.  
Correo electrónico: tenriquez@up.edu.mx

## METODOLOGÍA

El objetivo de la investigación cuyos resultados aquí se presentan –conocer el desarrollo del concepto de identidad en Frankfurt– determinó los materiales y el método. El método consistió en el análisis crítico de las obras del filósofo y sus interlocutores, en las que se localizaron exhaustivamente todas las menciones al concepto de “*identity*” y sus derivados: “*identification*”, “*identifying*”, “*identifies*”. El marco teórico de la investigación fue la propia filosofía de Frankfurt. No se recurrió a planteamientos de otras fuentes filosóficas porque la intención era, precisamente, conocer la obra frankfurtiana. La novedad de la investigación consistió en la elaboración de una síntesis panorámica, la discusión en torno al tema de la identidad. El resultado obtenido fue la articulación del concepto de identidad con los de identificación, autonomía y fines o bienes naturales.

Del material utilizado se pueden detectar tres conjuntos. El primero, conformado por los artículos “fundacionales”. Tanto en “*Freedom of the Will and the Concept of a Person*” (1971) como en “*The Importance of What We Care About*” (1978), Frankfurt plantea las líneas básicas de su pensamiento sobre la persona y la voluntad. En ellos, el autor establece tesis fundamentales y conceptos básicos como los de persona, jerarquía de deseos, decisión y necesidades volitivas; en sucesivos artículos vuelve para aclaraciones y ampliaciones.

El segundo conjunto lo integran los artículos donde se dedica específicamente a la identidad y la identificación. Especialmente dos: “*Identification and Externality*” (1977) en el que responde a Penelhum (1971); e “*Identification and Wholeheartedness*” (1987), en el que responde a Watson (1975). Frankfurt reconoce las dificultades de su propio discurso y, aunque ofrece respuestas, reconoce sus insuficiencias, de manera que deja los problemas abiertos a una posterior discusión.

El tercer conjunto está formado por artículos cuya principal temática no es el concepto de identidad, pero que manifiestan importantes precisiones. Ante Velleman, Frankfurt precisa el sentido no ontológico de “naturaleza esencial” (Frankfurt, 2002: 124), lo cual orienta el sentido que debe darse a la expresión “bien natural” utilizada en el título del presente estudio. Ante Bratman y a Moran, Frankfurt aclara que la identificación no es resultado sino principio de razonamiento práctico (Frankfurt, 2002: 67, 220). Ante Wolf, se resiste a aceptar que es objetivamente bueno aquello a lo que nuestra naturaleza tiende (Frankfurt, 2012: 249). En la respuesta a Lear, confirma su concepto de identidad como un movimiento “inconsciente” (Frankfurt, 2012: 297). Korsgaard (2006: 66, 76), por su parte, advierte a Frankfurt que sin el compromiso con una moral universal, lo que amamos no contribuye a la identidad personal. Sin embargo, recientemente, el pensamiento de Frankfurt da un viraje: después de un continuo rechazo a un concepto de persona comprometido con la moral (Frankfurt, 1998: 18) pasa a la aceptación explícita de fines a los que la naturaleza humana tiende y sin los cuales no habría autonomía, ni identidad (Frankfurt, 2012: 71-72).

Además de los tres conjuntos de fuentes, se analizó la bibliografía secundaria. Son de comentaristas de los planteamientos de Frankfurt sobre la identidad, la autonomía y la moral: Cuypers (1991, 93, 98), Darwall (2013), Henning (2011), Kristinsson (2007), Svolba (2011) y Swindell (2010). También se consideraron algunos textos cuyos marcos explicativos de la identidad provienen de tradiciones filosóficas distintas a la de Frankfurt. Destacan dos artículos de Alejandro Vigo: uno sobre el hábito operativo (1993), y otro sobre la identidad en Aristóteles (2010).

Hubo, por tanto, material suficiente para registrar, paso a paso, la paulatina radicalización de la autonomía como fuente de identidad volitiva absoluta con la consiguiente negación de algún fin propio de la naturaleza humana y la posterior necesidad de rectificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de estudiar sistemáticamente el concepto de identidad y sus derivados fue comprender la vinculación que ésta tiene con los otros dos conceptos indicados en el título: la autonomía y el fin (o bien) propio de la naturaleza humana. Los siguientes apartados presentan las principales argumentaciones halladas en Frankfurt y sus interlocutores. (1) El argumento principal que podría resumir la presente investigación es el siguiente. Si no existiera algún fin (bien) propio de la naturaleza humana, careceríamos de identidad; pero sin identidad desaparecería la autonomía. Por tanto, la autonomía requiere la existencia de algún fin (bien) natural. En su trayectoria intelectual, Frankfurt admite la segunda premisa sin problema (la autonomía depende de la identidad), pero la primera premisa (la identidad depende de lo natural) solo la admite, después de veinte años de resistencia.

En efecto, en los ensayos “*Rationability and Unthinkable*” (1988), y “*On the Necessity of Ideals*” (1993), Frankfurt hace ver cómo el ser humano perdería la identidad si no reconociera límites a su libertad, de manera que la identidad volitiva es, primeramente, un límite a la libertad, especialmente a la decisión. Ahora bien, ¿de dónde procede ese límite? La primera respuesta de Frankfurt es: de la identidad individual entendida como amor a los ideales personales (1998: 20), o bien de la determinación individual del fin último, como declaró en “*On the Usefulness of Final Ends*” (1999: 87). Pero la coherencia con esas primeras declaraciones le llevó a admitir, reiteradamente, que cualquier amor (incluso el amor al ideal nazi) confiere significado a la vida (1998: 20; 2002: 247). Porque, como razonaba, “el amor da sentido a la vida, no rectitud al actuar” (2004: 98-99). Frankfurt se resistía a subordinar el amor a la moral. Sin embargo, sus declaraciones más recientes en las que acepta lo contrario, reflejan las continuas objeciones de sus interlocutores –que le hacían ver su proximidad con Nietzsche (Desmond, en Frankfurt, 1998: 20)– y su visible interés por la verdad.

Frankfurt se retractó y declaró finalmente: “me inclino a pensar que de hecho hay *ciertas cosas que todas las personas aman* y no pueden dejar de amar [...] que proporcionan la fuente y el fundamento de nuestros entendimientos morales [...] *son una variedad de fines últimos* [...] a la que todos estamos comprometidos de manera innata, en *virtud de nuestra naturaleza* [...] no nos fascinan porque tengamos razones para amarlos. Los amamos simplemente porque así es como estamos hechos [...] Cada uno ama de forma natural evitar daños corporales, la agonía física y psicológica, el fracaso [...], evitamos la privación de lo que necesitamos y la muerte; tampoco podemos tolerar el aislamiento prolongado personal, la constricción de nuestra movilidad o el prolongado vacío y aburrimiento” (2012: 71-72). (Las cursivas son nuestras).

(2) Ahora bien, ¿cómo ha llegado Frankfurt a esta conclusión? A través de una paulatina radicalización del carácter autónomo de la identidad volitiva. En efecto, la identidad personal es, para Frankfurt, “identidad volitiva”. Ahora bien, a través de los años Frankfurt explica esa identidad según tres sentidos. (A) Primero, es determinada por los deseos de segundo orden. (B) Después, declara que depende de una decisión incondicional. (C) Y, por último, señala que más bien la identidad volitiva limita a la decisión, determinando sus límites volitivos, es decir, lo que agente “no puede querer”, esto es, las “acciones impensables”. A continuación se presentan las discusiones a las que dieron lugar estos tres sentidos de identidad.

(A) La estructura jerárquica de la voluntad personal, en Frankfurt, define un primer sentido de identidad: la “identidad según el deseo de segundo orden”, objetado por Penelhum y Watson. Ambos exigen un criterio objetivo (y no arbitrario) de definición de lo identitario. Penelhum admitía que la persona *sintiera* su deseo de algún modo ajeno, pero no que el deseo *fuera* ajeno (1971: 672-674). Watson, por su parte, cuestionaba que hubiera una especial relación entre la persona y algunos de sus deseos (1975: 218-219) y proponía el criterio identitario de Platón: la parte racional representa con mayor derecho que la parte sensitiva lo que la persona es (1975: 209). Frankfurt

rechazó la solución platónica (1988: 166); y recurrió a Aristóteles para contestar tanto a Penelhum (1988: 59), como a Watson (1988: 171): los movimientos –corporales o desiderativos– *proprios* son aquellos cuyo principio motor es interno a la persona, los que proceden de su voluntad. Pero, ¿qué hace *interno* un deseo? La respuesta de Frankfurt es: la decisión.

(B) En efecto, las respuestas de Frankfurt a ambas objeciones desembocan en un segundo sentido de identidad: “identificación decisiva e incondicional”. Y así como ante Penelhum, Frankfurt insistió en la internalidad del deseo; en la respuesta a Watson desarrolló el concepto de “decisión incondicional”. Frankfurt declara que “la decisión no es un simple acto que se reduce a hacer efectivo un deseo de primer orden” (1988: 176); sino que es reflexiva, es decir, configura la propia identidad. Decidir es decidirse (1988: 172). En este punto, en el que se parece hallarse en su punto máximo la consideración de sujeción de la identidad a la autonomía individual, Frankfurt razona dialécticamente. Este excesivo acento en el control voluntario de la propia identidad requería ser matizado por las denominadas “necesidades volitivas”, cuya presencia reconoció desde su ensayo de 1978: “*The Importance of What We Care About*” (1988: 85-86). Ahora, después de la exaltación de la decisión para contestar a Watson, se da cuenta que ha de volver a moderar el papel de la decisión en la formación del yo. Para ello, retoma el concepto de “necesidades volitivas” y lo desarrolla en las llamadas “acciones impensables”, que definen el tercer sentido de identidad.

(C) En efecto, el tercer sentido de identidad, esto es, identidad por las “necesidades volitivas”, no procede de la decisión, pero tampoco se origina fuera de la voluntad. Así, la principal dificultad que se imponía era: ¿cómo puede proceder de la voluntad algo a lo que ésta ha de someterse necesariamente? La imposibilidad de ejecutar la “acción impensable” es impuesta, pero no por decisión, si no, no sería una necesidad genuina (1999: 112). Pero si no es impuesta por decisión, ¿cómo es voluntaria? Frankfurt recurre al concepto de “racionalidad volitiva”, rechazada por Hume, para quien “no es contrario a la razón preferir la destrucción del mundo entero a un arañazo en mi dedo” (1988: 184). Podemos reconocer, en nuestra voluntad, cierta racionalidad, que no nos permite querer ciertas cosas. ¿Pero quién determina esa racionalidad? La propia voluntad. He aquí la máxima concesión a la autonomía: es la voluntad individual que determina –de manera más profunda que la decisión– la propia identidad volitiva. ¿Es la voluntad individual la que determina la identidad volitiva de cada persona? La respuesta de Frankfurt fue, durante años (1971-2006), afirmativa. Pero, en 2012, fue negativa. Esa racionalidad, esas cosas razonablemente amadas por todos los seres humanos, están determinadas por la naturaleza de la voluntad humana. Frankfurt, finalmente admite que si no hubiera unos fines amados por la voluntad humana, en virtud de su naturaleza, no habría identidad volitiva.

## CONCLUSIONES

La presente investigación no solo ofrece una síntesis del desarrollo de la filosofía de la identidad en Frankfurt, sino que también presenta las consecuencias de la radicalización de la autonomía. Las sucesivas aclaraciones y rectificaciones de Frankfurt frente a sus interlocutores permiten observar, como en un laboratorio, las consecuencias de un concepto de identidad fundado en el ejercicio de la *identificación*, como forma de autonomía individual. La trayectoria de Frankfurt deja ver al lector que si la identidad del ser humano estuviera arraigada exclusivamente en su capacidad de determinar autónomamente lo que quiere ser, habríamos de admitir un absurdo como el siguiente: una vida criminal unificada y dirigida por el ideal genocida sería una vida plena de sentido. Por ello, Frankfurt termina por admitir que la identidad volitiva radica, al menos en algún sentido, en el amor innato a una variedad de fines últimos. Es verdad que nada autoriza equiparar estos “fines últimos” a “los bienes propios de la naturaleza humana”, señalados por la filosofía clásica. Esta sería una hipótesis por comprobar en un estudio aparte.

En todo caso, la última tesis de Frankfurt –la de admitir fines inherentes a la naturaleza humana– plantea nuevas dificultades: si la identidad volitiva dependiera de fines últimos amados de manera innata por la voluntad

humana, entonces la identidad volitiva no sería determinada por la *persona* sino por su *naturaleza*, de manera que la identidad no sería personal sino específica: propia de la especie humana.

Otra cuestión pendiente es el número de fines últimos, ¿cabe multiplicidad en lo que es, realmente, “último”? Al terminar esta investigación se puede concluir que sigue vigente la necesidad de esclarecer la articulación entre naturaleza y libertad; o bien, entre identidad y autonomía. En todo caso, ésta exige aquélla: sin “yo” (identidad), desaparecen las “decisiones procedentes del yo” (autonomía).

## REFERENCIAS

- BRATMAN, M. E. (2002). Hierarchy, Circularity, and Double Reduction. En Buss & Overton (2002): 65-85.
- BUSS, S. & OVERTON L. (Eds.). (2002). *Contours on Agency: Essays on Themes from Harry Frankfurt*. Cambridge: Mit Press.
- CUYPERS, S. E. (1991). Autonomie en Identificatie de Analytische Antropologie van Harry Frankfurt. *Tijdschrift Voor Filosofie*, 53, 700-709.
- CUYPERS, S. E. (1993). Hacia una concepción no atomista de la identidad personal. *Anuario Filosófico*, 26(2): 223-248.
- CUYPERS, S. E. (1993). Harry Frankfurt on the Will, Autonomy and Necessity. *Ethical Perspectives*, 5(1): 44-52.
- DARWALL, S. L. (2003). Desires, Reasons and Causes. *Philosophy and Phenomenological Research*, 67, 436-443.
- FRANKFURT, H. G. (1988). *The Importance of What We Care About*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- FRANKFURT, H. G. (1998). Discussion with Harry G. Frankfurt. *Ethical Perspectives*, 1, 15-43.
- FRANKFURT, H. G. (1999). *Necessity, Volition and Love*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- FRANKFURT, H. G. (2002). Reply to: Michael E. Bratman (86-90); to J. David Velleman (124-128); to Gary Watson (160-164); Richard Moran (218-225); to Susan Wolf (245-252); to Jonathan Lear (293-297). En S. Buss & L. Overton (2002).
- FRANKFURT, H. G. (2004). *The reasons of Love*. Princeton, NJ, US: Princeton University Press.
- FRANKFURT, H. G. (2006a). *Taking Ourselves Seriously and Getting It Right*. Stanford, CA, US: Stanford University Press.
- FRANKFURT, H. G. (2006b). *On Truth*. New York, US: Alfred A. Knopf.
- FRANKFURT, H. G. (2008). Inadvertence and Moral Responsibility. *The Amherst Lecture In Philosophy*, 3, 1-15.
- FRANKFURT, H. G. (2012). Volitional Rationality and the Necessities of Love. *Sixth Annual Conference Society For The Theory Of Ethics And Politics*, 1, 68-75.
- HENNING, T. (2011). Why Be Yourself? Kantian Respect and Frankfurtian Identification. *The Philosophical Quarterly*, 61(245): 725-745.
- KORSGAARD, C. M. (2006). Morality and the Logic of Caring. En Frankfurt (2006a): 55-76.
- LEAR, J. (2002). Love's Authority. En Buss & Overton (2002): 279-292.

- MONTOYA, M. (2014). *Libertad, amor y verdad en la teoría de la acción de Harry Frankfurt*. Tesis doctoral. Pamplona, España: Universidad de Navarra.
- MORAN, R. (2002). Frankfurt on Identification: Ambiguities of Activity in Mental Life. En Buss & Overton (2002): 189-217.
- PENELHUM, T. (1971). The Importance of Self-Identity. *Journal Of Philosophy*, 68, 667-678.
- RAWLS, J. (1982). Social unity and primary goods. En Sen & Williams (1982): 159-185.
- SEN, A. & WILLIAMS, B. (Eds.). (1982). *Utilitarianism and beyond*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- SHORTER, J. M. (1970/71). Personal Identity, Personal Relationships, and Criteria. *Proceedings Of The Aristotelian Society*, 71, 165-186.
- STRAWSON, P. F. (1959). *Individuals. An Essay in Descriptive Metaphysics*. London, UK: Methuen.
- SVOLBA, D. (2011). Swindell, Frankfurt, and ambivalence. *Philosophical Explorations*, 14(2): 219-225.
- SWINDELL, J. S. (2010). Ambivalence. *Philosophical Explorations*, 13(1): 219-225.
- VELLEMAN, D. (2002). Identification and Identity. En Buss & Overton (2002): 91-123.
- VIGO, A. (1993). Persona, hábito y tiempo. La constitución de la identidad personal. *Anuario Filosófico*, 26, 271-287.
- VIGO, A. (2010). Identidad práctica e individualidad según Aristóteles. *Hypnos*, 25(2): 129-164.
- WATSON, G. (1975). Free Agency. *Journal Of Philosophy*, 78(2): 205-220.
- WOLF, S. (2002). The True, the Good, and the Lovable: Frankfurt's Avoidance of Objectivity. En Buss & Overton (2002): 227-244.

### **Dictiotopografía**

- KRISTINSSON, S. (2007). Authenticity, Identity, and Fidelity to Self. En Petersson, Josefsson, & Egonsson (Eds.), *Hommage à Wlodek. Philosophical Papers Dedicated to Wlodek Rabinowicz*, Ed. T. Ronnow-Rasmussen: 1-32. Recuperado de <http://www.fil.lu.se/hommageawlodek>

## EL IDEAL PORFIRIANO DE LA MUJER A TRAVÉS DEL PERIÓDICO LOCAL *EL INSTRUCTOR*\*

Aurora Terán Fuentes<sup>1</sup>

**Palabras clave:** porfiriato, prensa, concepción de mujer.

### INTRODUCCIÓN

Desde el marco normativo de los Códigos Civiles en el México del siglo XIX, como el de 1870 y el de 1884, al abordar el tema de la familia y el matrimonio, claramente quedó definido el papel de la mujer: cuidar el hogar y educar a los hijos, bajo la protección del marido. Por ende, desde la ley se plasmó el deber ser, que se manifestaba constantemente en los discursos y debates, ya que al otorgarle a la mujer la tarea de la educación de los hijos, se plantearon discusiones sobre el tema de su naturaleza y de su instrucción como un aspecto fundamental para la consolidación del orden liberal. Fue innovador introducir el aspecto de la educación de los hijos, porque tradicionalmente (desde la época de la colonia) el rol de la mujer era el de ser madre y esposa, y atender el hogar, ahora se sumaba una tarea que implicaba un enorme compromiso porque había que educar a los hijos desde dos perspectivas; la primera hacia la construcción de ciudadanía y la segunda hacia la formación del individuo que conociera, comprendiera y aplicara el conocimiento científico (es la época del positivismo), en su deber de construir una nación que se encaminara hacia el progreso. A nivel nacional el tiempo del porfiriato se vincula con los valores: orden, paz y progreso.

La investigación que se presenta tuvo como objetivo la construcción de la imagen sobre la mujer, que responde al ideal de la época porfiriana, a partir del análisis de un periódico de Aguascalientes que desde su nombre tenía como fin educar: *El Instructor*, medio de difusión que se publicó de 1884 a 1907, teniendo como editor al doctor Jesús Díaz de León, y que se clasificaría dentro de la prensa relacionada con la propaganda científica. Los ejemplares de dicho medio impreso de comunicación se encuentran resguardados en el Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes.

En relación con investigaciones que sirven como antecedentes para el objeto de estudio, solamente menciono cuatro: comenzaré por Ana Saloma (2000), que aborda el tema del estereotipo de la mujer del siglo XIX que entró en contradicción con respecto a nuevos roles que las mujeres comenzaron a asumir debido a su inserción en las fábricas a consecuencia del impulso y proceso de la Revolución Industrial. Lourdes Alvarado (2005), recupera la figura de mujeres del siglo XIX como *Laureana Wright*, que cuestionaron los estereotipos e ideales de mujer, desde la prensa y la

\* Proyecto financiado con recursos de PRODEP.

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Nacional Unidad 011-Aguascalientes.  
Correo electrónico: boristeranfuentes@yahoo.com.mx

literatura. Por su parte Etelvina Parreño (2011), expone cómo en la transmisión del ideal liberal de la mujer en el siglo XIX en México, jugó un papel medular la prensa y la educación; y explica cómo desde la prensa se planteaban ante la opinión pública temas relevantes en relación a la naturaleza de la mujer y la necesidad de su instrucción. Lissette Griselda Rivera (2007), trabaja la prensa del siglo XIX y cómo fue difusora de una imagen de mujer que se definía desde el espacio privado del entorno familiar y doméstico, centra su análisis en dos periódicos de la capital mexicana. El común denominador es que la imagen, ideal, estereotipo de la mujer era el del “ángel de hogar”, no obstante, fue novedoso el hecho de que se planteó la necesidad de instruir a la mujer, y desde la prensa escrita se encontró un medio idóneo para lograr tal encomienda, ya que se transmitía dicho ideal, además de ilustrarla, porque la prensa significó una forma de continuidad del estudio de manera informal para las mujeres. Finalmente María Esther Pérez Salas (2005), en su estudio del ámbito editorial del siglo XIX, pone especial énfasis en la litografía y cómo a través de elementos iconográficos, se reproducen los estereotipos de la época.

Por lo tanto, desde un determinado tipo de prensa de carácter científico y literario como lo fue *El Instructor*, se transmitía el ideal de mujer que se complejizó por la tarea de educar a los hijos. Dicho periódico, es claro es su objetivo: proporcionar o transmitir a la mujer una serie de conocimientos para crear un espacio educativo en favor de los hijos desde el hogar.

## METODOLOGÍA

A través del análisis de los contenidos de *El Instructor*, claramente se observa la preocupación por ser un vehículo para que la mujer se educara de forma autodidacta, para hacer frente a la labor cívica que se le había encomendado como parte del ideal liberal y republicano: educar a los hijos desde las dos perspectivas antes mencionadas: una relacionada con la formación del ciudadano y la otra con la formación en las ciencias, que se consideraban en su aplicación como el motor del progreso, todo lo anterior bajo los principios de una estricta moralidad. La segunda perspectiva fue la que más se explotó en *El Instructor*.

Como fuente primaria base de la investigación, *El Instructor*, se puede consultar en el Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes y en la Hemeroteca Nacional. Además de la consulta de los códigos civiles y memorias administrativas de los gobernantes del porfiriato de Aguascalientes, lo que se presenta en este resumen solamente es lo relacionado con las notas de *El Instructor*.

A través del discurso de las notas, en diferentes secciones del periódico, se fue definiendo el ideal de mujer. Por lo tanto, se trabajó desde la perspectiva del análisis del discurso, con el fin de precisar los tópicos (categorías) que permiten la deconstrucción del discurso y la construcción del ideal de mujer de una manera narrativa, en una relación directa del texto (discurso) con el contexto.

Se recuperaron las aportaciones de Habermas (2006) para comprender la importancia del espacio público y el espacio privado, ya que el último, se definió como aquel destinado para la mujer, no obstante, su instrucción informal se daba desde los ámbitos de la opinión pública, para nuestro caso, un periódico local. Desde la perspectiva del trabajo con el discurso se recuperan las aportaciones de la tradición semiótica europea, ligada al enfoque de la Historia Cultural, que retoma fuentes que antes se despreciaban o solamente su utilizaban como ornamento como lo son las fotografías, los periódicos, los cuentos. Un elemento clave son las prácticas culturales, que se traducen en la necesidad por explorar los terrenos de la pragmática, es decir de los usos que se les otorgan a los objetos, discursos, rituales, imágenes, lugares; en íntima relación con las percepciones de la realidad y que, finalmente tiene que ver con la construcción de sentido, de significación y de una imagen de mundo; teóricos fundamentales de esta perspectiva son Peter Burke (2006) y Roger Chartier (2003), entre otros. Por lo tanto, el periódico *El Instructor*, implica una serie de prácticas lectoras y discursivas,



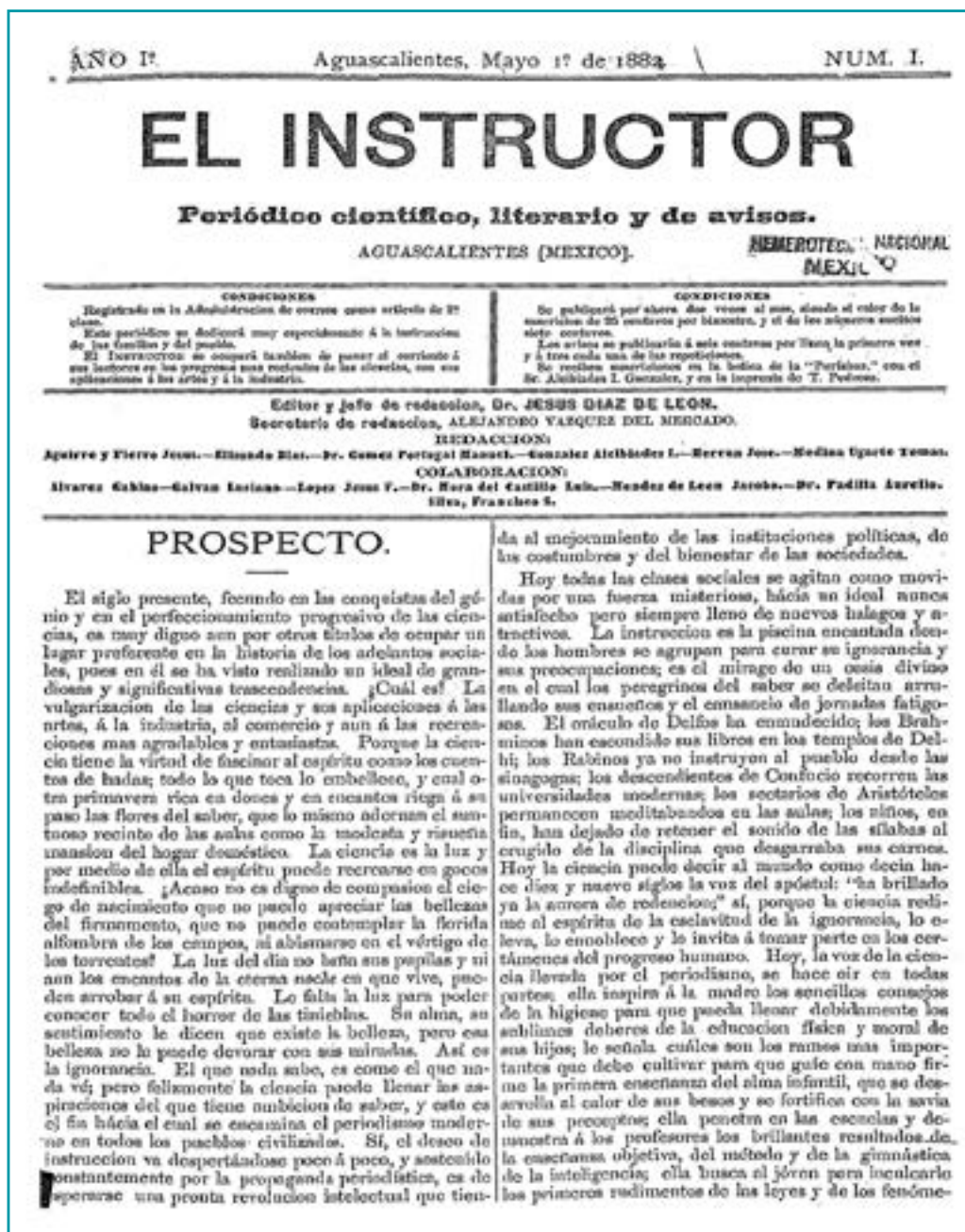


Figura 1. Edición del día 1<sup>o</sup> de mayo de 1884. Hemeroteca Nacional Digital de México.

que difundía y publicitaba determinado tipo de conocimiento, valores, ideología; en resumen, una visión de mundo en el contexto del ocaso del siglo XIX.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La importancia de revisar y analizar un periódico local es porque una manera conveniente de instruir a la mujer a finales del siglo XIX, fue a través de la prensa escrita, por medio de la propaganda científica, que fue la línea de algunos periódicos de la época. "Ante las limitaciones educativas que caracterizaron a las decimonónicas mexicanas, la prensa jugó un importante papel en cuanto difusor de conocimientos" (Alvarado, 2005: 19).

Lourdes Alvarado cita a Laureana Wright, literata y periodista de aquella época, que pensaba que: “La literatura era una especie de termómetro que reflejaba el grado de adelanto o atraso de la sociedad, no sólo porque fungía como parámetro del nivel intelectual de quienes escribían sino, sobre todo, porque revelaba las tendencias, costumbres, gustos y caracteres de los lectores’. Dentro de dicho universo, la intelectual en cuestión otorgaba especial valor al periodismo, tanto por su variedad temática como por la paulatina ilustración que difundía y que, de acuerdo con sus propios términos, representaba la enseñanza objetiva del pueblo al que, en pequeñas dosis, impartía las nociones esenciales de su educación” (Alvarado, 2005: 18).

Y precisamente en Aguascalientes, a finales del siglo XIX, uno de los periódicos que se dio a la tarea de divulgar el conocimiento de tipo científico y literario fue *El Instructor*, cuyo dueño y editor fue el doctor Jesús Díaz de León. Transcribo unas líneas que reprodujo en *El Instructor* del 15 de mayo de 1885, y que habían sido publicadas en el periódico alemán *Deutsche Kolonialzeitung* por Carlos Von Gabern: “El editor de *El Instructor* es el doctor Jesús Díaz de León, quien con verdadero entusiasmo ha emprendido la tarea de ilustrar al pueblo”. Y exponía más adelante que el fin de su publicación era “la vulgarización de las ciencias y sus aplicaciones a las artes, a la industria, al comercio y aun a las recreaciones más agradables y entusiastas. Porque la ciencia tiene la virtud de fascinar al espíritu como los cuentos de hadas; todo lo que toca lo embellece, y cual otra primavera rica en dones y en encantos, riega a su paso las flores del saber, que lo mismo adoman el suntuoso recinto de las aulas como la modesta y risueña mansión del hogar doméstico”. Por ende, en su esfuerzo, no olvidó a un grupo lector: las mujeres, al dedicarles secciones completas y de forma continua.

Era muy claro y evidente su objetivo social: “La ciencia no debe ser ya el patrimonio exclusivo de unos cuantos. El hombre lo mismo que la mujer tienen igual derecho a encontrar un asiento en el festín de la vida intelectual”, líneas publicadas en la edición del 15 de mayo de 1885.

Se divulgaban en *El Instructor* notas sobre higiene, alimentación, ciencia en el hogar, experimentos sencillos para realizar en casa; porque las labores domésticas se regían por principios científicos que el ama de casa tenía que conocer, como el caso de la cocina, que realmente era un excelente laboratorio para hacer química por medio de los recetarios. Por lo tanto, en las notas periodísticas se observa el ideal de mujer que se tenía en aquella época, y se presentaba de la siguiente manera: la mujer desde el hogar debía cumplir con su función social, que era, educar a sus hijas e hijos desde un enfoque científico. De este modo, *El Instructor* a su vez, tuvo como función social: la educación o instrucción de la mujer, por medio de la llamada propaganda científica.

Un ejemplo: en la sección de higiene se abordó el tema de la alimentación del niño, se instruía a la mujer sobre cómo amamantar, así como la constitución química de la leche y las grandes ventajas de alimentar a los bebés con la leche materna. En otra nota de la misma sección se abordaban los problemas que conllevaría el uso del chupón en los bebés, porque uno de sus riesgos sería la propia muerte ya que el niño o niña podría contraer algondocillo. Nuevamente se presenta la idea de abandonar viejas prácticas que apelaban al conocimiento del sentido común y, se buscaba convencer con la explicación científica, así como lograr su aplicación.

Para finalizar, los tópicos del discurso, que permiten la construcción del tipo ideal se enlistan a continuación:

- La mujer ama de casa. Madre y esposa. Se refuerzan los roles tradicionales.
- La mujer ilustrada como una pieza fundamental en la construcción de la nación.
- La instrucción de la mujer es fundamental para interiorizar y reproducir los grandes valores republicanos.
- Fomentar en sus hijos el amor al progreso y a las ciencias, apropiándose del conocimiento para su aplicación en la vida doméstica. En concordancia con el modelo educativo positivista francés introducido en el país.
- Su esfera de acción: el hogar, el ámbito privado.

*El Instructor* no solamente cumplió con la función de educar a la mujer, sino que también abonó para la consolidación de un imaginario en torno a la misma, en donde hay que comprender el elemento innovador del rol de educadora de los hijos.

## CONCLUSIONES

A través de la revisión de los ejemplares del periódico y del análisis de las notas, inmediatamente se manifiesta el ideal de mujer ilustrada que tuviera su ámbito de acción desde el espacio de lo privado. De este modo, había secciones dedicadas íntegramente al público femenino: notas sobre higiene, ciencia en el hogar, alimentación, experimentos que se podrían realizar con los niños dentro del hogar y miscelánea científica. Se encuentran temas científicos (la atmósfera, los microbios, composición del maíz, los órganos de los sentidos, inventos como el locófono y el micrófono) que se explicaban en un lenguaje accesible para el público femenino, con la intención de que la mujer en la casa creara las condiciones idóneas para que los hijos desarrollaran el amor por las ciencias y, de esta manera, fuera más sencillo recibir la educación científica en la escuela.

¿Por qué era fundamental divulgar el conocimiento científico entre las lectoras del periódico? Lo anterior responde a un contexto mayor; en aquellos años, tanto a nivel nacional como local, el proyecto y política educativa respondía a un enfoque positivista, en donde la ciencia y sus diversas aplicaciones se concebían como el elemento fundamental para que los pueblos llegaran a la última etapa de desarrollo, es decir, a la cúspide de la civilización, respondiendo a una visión desarrollista de la sociedad, que defendía la idea de progreso, que fue una de los grandes postulados del pensamiento moderno.

Las madres debían sembrar la semilla del conocimiento científico, por lo tanto, se justificaba plenamente educarlas, aspecto que propició debates, que se vieron reflejados por ejemplo en los Congresos Pedagógicos y en la misma prensa. Y, desde *El Instructor*, claramente se observa dicho ideal porfiriano.

Obviamente se plantea el tipo ideal, ya que la base es desde la norma (los Códigos) que a través de ella se manifiesta el deber ser y no necesariamente el ser. En este sentido *El Instructor* reforzó el deber ser.

El discurso periodístico de *El Instructor*, va acorde con la preocupación por la educación de la mujer y para muestra dos ejemplos: el primero es el gran espacio que se le dedica a la educación de la mujer; y el segundo refiere al gran espacio que recibió el Liceo de Niñas, que obviamente encontró en *El Instructor*, un medio idóneo para informar de todos los acontecimientos del plantel.

La educación formal terminaba muy pronto para la mayoría de las niñas, por lo tanto, *El Instructor*, continuaba la tarea en los espacios de lo que hoy entenderíamos como educación informal. A nivel discurso la atención y preocupación por la educación de la mujer era legítima porque estaba pendiente por consolidar un proyecto de nación, así como su proyección ante el concierto internacional.

## REFERENCIAS

BURKE, P. (2006). *¿Qué es la historia cultural?* Barcelona: Paidós.

CHARTIER, R. (2003). *Cultura escrita, literatura e historia*. México: Fondo de Cultura Económica.

HABERMAS, J. (2006). *Historia y crítica de la opinión pública*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

PÉREZ SALAS, M. E. (2005). *Costumbrismo y litografía en México: un nuevo modo de ver*. México: UNAM.

### Dictiotopografía

ALVARADO, L. (transcripción y estudio introductorio) (2005). *Educación y superación femenina en el siglo XIX: dos ensayos de Laureana Wright* México: UNAM. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?isbn=9703227244>

BAQUIERO ROJAS, E. (1971). *El derecho de familia en el Código Civil de 1870*. Facultad de Derecho de la UNAM. Recuperado de <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/facdermx/cont/83/dtr/dtr2.pdf>

AHEA. Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes “Alejandro Topete del Valle”

FONDO: HEMEROTECA HISTÓRICA. *El Instructor. Periódico científico, literario y de avisos*. Aguascalientes. Edición del día 1º de mayo de 1884. Hemeroteca Nacional Digital de México. Recuperado de <http://www.hndm.unam.mx/consulta/resultados/visualizar/558075be7d1e63c9fea1a307?resultado=1&tipo=publicacion&intPagina=0>

PARREÑO ARENAS, E. (2011). Mujer y educación. Una mirada sobre la educación femenina durante el siglo XIX. *III Congreso Virtual sobre Historia de las Mujeres*. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4095755>

RIVERA REYNALDOS, L. G. (2007). La construcción del “deber ser” femenino y los periódicos para mujeres en México durante la primera mitad del siglo XIX. *Ciencia Nicolaita*, 47, 5-18. Recuperado de [http://www.cic.umich.mx/documento/ciencia\\_nicolaita/2007/47/CN47-005.pdf](http://www.cic.umich.mx/documento/ciencia_nicolaita/2007/47/CN47-005.pdf)

SALOMA GUTIÉRREZ, A. (2000). De la mujer ideal a la mujer real. Las contradicciones del estereotipo femenino en el siglo XIX. *Cuicuilco. Revista de la Escuela Nacional de Antropología e Historia*, 7(18): 1-18. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35101813>

## MÉXICO COMO FE, COMO ESPERANZA Y COMO CARIDAD. Pasado recordado, presente vivido y futuro deseado de la nacionalidad mexicana, en los historiadores mexicanos

Benjamín Flores Hernández<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Historiografía, historiadores, nacionalidad mexicana, generaciones, teoría de la historia.

*Por lo que yo he visto y comprendido acerca de la similitud que toda esta tierra tiene a España, así en la fertilidad como en la grandeza y fríos que en ella hace, y en otras muchas cosas que la equiparan a ella, me pareció que el más conveniente nombre para esta dicha tierra era llamarse la Nueva España del mar Océano, y así, en nombre de vuestra majestad se le puso aqueste nombre. Humildemente suplico a vuestra alteza lo tenga por bien y que se nombre así.*

Hernán Cortés, *segunda carta de relación*. Segura de la Frontera, 30 de octubre de 1520.

*El pueblo, la agrupación azteca que ocupó la región de Anáhuac, desapareció por la conquista de Cortés. Por más que procedamos de incubación española, tampoco somos pueblo español, dado que, por el hecho de la emancipación, quedamos constituyendo nacionalidad aparte, dotada de instituciones diversas de las de la que fuera Metrópoli, con gérmenes de propia vitalidad, tendiendo a fines que nada tienen que ver con los de aquélla.*

Manuel Sánchez Mármol -mi tatarabuelo-, *Las letras patrias, en México, su evolución social, 1900-1901*.

*México, creo en ti.  
Porque escribes tu nombre con la x,  
que algo tiene de cruz y de Calvario.  
Porque el águila brava de tu escudo  
se divierte jugando a los volados  
con la vida y, a veces, con la muerte.  
Ricardo López Méndez, *Credo*, 1940.*

## INTRODUCCIÓN

La dilucidación de una nacionalidad, de su real existencia, de su sentido, de su vocación, es consecuencia del acercamiento al pasado común, y por cierto que esta es una tarea reiterada, que corresponde sucesivamente a cada hornada de nuevos presuntos participantes en esa tal nacionalidad. Los últimos años han visto cambios enormes en múltiples ámbitos de la vida mexicana: económicos, culturales, políticos, por lo demás ocurridos dentro del marco de una diferente forma de organizarse la convivencia internacional. Ante ello se presenta la necesidad de cuestionar de nuevo la validez de las tradicionales convicciones acerca de lo que la sociedad

<sup>1</sup> Departamento de Historia, Centro de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: bflores@correo.uaa.mx

mexicana fue en su pasado y pueda seguir siendo en este tiempo y rumbo al futuro. Presiones de toda índole, internas y externas, se levantan intentando encauzar en determinado sentido lo que la mexicanidad pueda ser en el presente y hacia adelante, y en aras de la globalización hasta cuestionando la pervivencia de las nacionalidades mismas y, dentro de ellas, en específico la mexicana. Frente a ello, resulta conveniente volver de nuevo a acercarse a quienes en otro tiempo alzaron su voz en la expresión de un conocimiento y una interpretación del pasado colectivo, a partir de lo cual redefinir lo que por mexicanidad podamos entender ahora para la construcción de un plan de acción hacia adelante. Tal fue el sentido de un proyecto de investigación que se desarrolló en la Universidad Autónoma de Aguascalientes entre 2011 y 2014. Volver de nuevo al rico inventario de historiógrafos propios, muchos y entre ellos muchos brillantísimos, insoslayables, para desentrañar en la relectura de ellos, a través de una particular interpretación –la generacional– cuál pueda ser todavía una válida propuesta de sentido para la actividad nacional colectiva en el siglo XXI. En este lugar se apuntan las reflexiones generales surgidas de la ardua investigación; en otros lugares se señalarán los resultados particulares e individualizados por autor o grupo.

## METODOLOGÍA

De lo que se trató fue de hacer un catálogo lo más completo posible de los historiadores mexicanos, integrando a éste no nada más a quienes se han acercado a la historiografía con formas y enfoques tradicionales y académicos sino también a otros escritores –poetas, ensayistas, novelistas, periodistas, dramaturgos, guionistas, compositores– en los que es posible encontrar una visión del pasado. Y también a otros autores de discursos de otro tipo –pintores, grabadores cineastas, fotógrafos, museógrafos–, que han manejado conceptos e interpretaciones de tipo histórico. Para la ubicación de todos los autores integrados se utilizó el método generacional, cuyo empleo de tanta utilidad ha sido en otros trabajos míos, básicamente siguiendo la metodología propuesta por Julián Marías, a su vez continuador de los postulados de su maestro José Ortega y Gasset. Igualmente se utilizaron datos y aproximaciones genealógicas y de historia familiar, en la búsqueda de visiones e interpretaciones del pasado mexicano: no cabe dudar hoy de cómo cada quien es quien es y quien quiere ser a partir del reconocimiento de su precisa situación familiar. Pertenecer a una familia es la primera manera de insertarse cada quien en la historia. También fue útil la especial atención que se quiso dar a las voces femeninas presentes en nuestra historiografía, algunas de ellas, paradigmáticamente Concha Miramón, lectura hoy imprescindible para la determinación de lo que han sido y pueden seguir siendo los mexicanos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los historiadores novohispanos quedaron clasificados en los siguientes grupos; de cada uno apunto algunos ejemplos:

1. Antecedentes: la historiografía indígena prehispánica y la historiografía medieval europea: códices, ciclos solares; providencialismo, crónicas reales, romancero.
2. Los historiadores del descubrimiento y de la conquista, los que vinieron a América y los que se quedaron en Europa: desde el *Diario* de Colón hasta los *Naufragios* de Cabeza de Vaca; Pedro Mártir, Oviedo, Gómara.
3. Los historiadores de la evangelización: crónicas franciscanas, dominicas, agustinas, jesuitas.
4. Primavera de la historiografía criolla y mestiza: Balbuena, Suárez de Peralta, Ixtlixóchitl.
5. El milenarismo de los frailes historiadores: Mendieta, Torquemada.
6. Historiografía del manierismo y del barroco: hacia las cumbres de Sigüenza y sor Juana.
7. La crónica oficial indiana: Herrera, Solís, Juan Bautista Muñoz.
8. Los evangelios del guadalupanismo: Cabrera y Quintero.; las pinturas de Juan Correa y Miguel Cabrera.
9. Los humanistas criollos: Clavijero y sus compañeros jesuitas.
10. Innovadores ilustrados: Alzate, León y Gama, Beristáin.
11. En los umbrales de la independencia: fray Servando.

Después de la independencia, siguen pareciéndome válidos los “tres tiempos” de los que ya hablé en el artículo “México en tres tiempos”, del año 2000, publicado en *Caleidoscopio*:

Tras una “etapa previa” (1750-1810): los correspondientes a los últimos grupos novohispanos.

1. Periodo formativo (1810-1867): Alamán, Mora, Zavala.
2. Consolidación republicana (1867-1920). Riva Palacio, Altamirano, Sierra, González Obregón.
3. El nuevo orden revolucionario (1920-1988): Cosío Villegas, O’Gorman, Luis González, León Portilla.

Para encontrar al fin una actual “demanda de la modernidad”, que en buena medida cada vez más parece ir hacia una disgregación de la manera tradicional de vivir y entender la mexicanidad, en aras de lo íntimo local o de lo “humano” universal.

## CONCLUSIONES

Con los planteamientos señaladas, queda patente la misión del historiador: definir una *fe*, certeza sustentada en el conocimiento del pasado, para afianzar una *esperanza*, convicción motivadora en que de ese pasado entrañable pueden derivarse consecuencias anhelables en el futuro, a conquistar con una acción de *caridad* en el presente

La realidad “México” ha ido siendo muchas cosas a través del tiempo, y son los historiadores a quienes ha tocado ir dando cuenta de ellas. México, pues, no es una entidad eterna, permanente a través del tiempo –tal como el postulado de un *México a través de los siglos*, como el del título del libro prócer dirigido en los mil ochocientos ochentas por Vicente Riva Palacio, el hijo del abogado defensor de Maximiliano y nieto del caudillo insurgente-, sino una invención viva y constante de los propios mexicanos. Si Américo Castro, en 1965, escribió para contar cómo llegaron a ser españoles los españoles, aquí interesa narrar lo mismo de los mexicanos. Allí está el texto definitorio de Edmundo O’Gorman en *La supervivencia política novohispana*, de 1969:

Digamos, entonces, que México ni es una entidad metafísica que supuestamente se manifestó como una Venus salida del mar, al consumarse la independencia, ni tampoco es una entidad sustancial que supuestamente impuso su previa existencia al abrigo del triunfo de las armas republicanas. México es lo que es, porque ha sido la realización de una entre otras posibilidades históricas, lograda gracias al esfuerzo de unos hombres eminentes.

Hay una etimología náhuatl de la palabra, que hace referencia a una ciudad fundada en 1325 en medio de una laguna que quería situarse simultáneamente, en paralelo, en el centro de la luna, y así en el ombligo del mundo. Debía ser, y lo empezó a ser pronto, a costa de la guerra y del sacrificio humano, sobre pueblos de cientos de años de antigüedad cultural, el imperio encargado de sustentar a los dioses –es decir, a la realidad de la Trascendencia- con sangre humana, para toda la eternidad cíclica

Tras la victoria del 13 de agosto de 1521, el reino de México siguió siendo en la Nueva España inventada por Hernán Cortés, también a golpe de espada, una pieza fundamental para la monarquía universalista de Carlos V y de sus sucesores los católicos reyes de Habsburgo. Hubo quien expresó la certeza de que era providencial el papel que a México tocaba en la realización del plan divino de la redención universal –católica-: para los siglos XVII y XVIII los naturales de la América septentrional hispana hallaron en la aparición en esta tierra de la Madre de Dios en su advocación de Guadalupe la constatación de los trascendentales destinos a que estaba avocada la mexicanidad, pues María “no había hecho nada igual con ninguna otra nación”.

Al tiempo que aquel imperio se rompía en mil pedazos con la irrupción de la Revolución, la independencia de 1821 fue un estallido de optimismo justificado por los datos apuntados por Alejandro de Humboldt, que poco a poco iría

disipándose ante los reiterados fracasos de consolidar una existencia gloriosa para los mexicanos, por lo demás con el territorio trágicamente mutilado desde 1848, tras el funesto enfrentamiento con otro “destino manifiesto” contradictorio.

Los diversos empeños por instaurar un estado de grandeza incuestionada vieron su reiterada ruina en 1823, en 1855, en 1867, en 1910, en 1982, en 1994, en 2014. Tampoco pudieron concretarse ideales de arraigo popular, revolucionario o tradicionalista, como los de los religioneros, los agraristas, los anarquistas, los cristeros, los comunistas, los sinarquistas, los sesentaiocheros, los guerrilleros serranos o urbanos o los neozapatistas. De cualquier modo, ya Miguel León Portilla, desde 1959, dejó bien sentado cómo *la visión de todos los vencidos* queda siempre tan cierta y está tan viva como la de los vencedores.

Héroes cantados por la musa épica popular fueron los guerrilleros, los bandidos y, hoy, los narcotraficantes, los secuestradores y los sicarios: sus hazañas las narran corridos que caben con todo derecho en nuestra mejor historiografía. La consolidación patria, por lo demás, no ha podido plantarse ni en una Constitución política de elaboración y reelaboración sectarias ni en “conmemoraciones”, festivales o espectáculos oficialistas, ni en la canonización *a fortiori* de un indio de incierta existencia.

Sin embargo, todavía entonamos cada dieciséis de septiembre ese Himno Nacional compuesto hace ciento sesenta años por iniciativa de su alteza serenísima, don Antonio López de Santa Anna, que asegura confiado a la Patria  
...que en el cielo tu eterno destino  
por el dedo de Dios se escribió...

Y eso que por el artículo segundo de la Constitución, desde 2001, cuando la decepcionadora presidencia de Vicente Fox, el hijo de madre española, ya los que no tenemos antepasados prehispánicos somos mexicanos de segunda o de tercera clase.

Los cronistas Bernal Díaz del Castillo, Bernardo de Balbuena, Juan de Torquemada, Cayetano de Cabrera y Quintero, Francisco Xavier Clavijero, Servando Teresa de Mier, Carlos María de Bustamante, Justo Sierra Méndez o Luis González y González; los escritores Carlos de Sigüenza y Góngora, Juana Inés de la Cruz, Justo Sierra O’Reilly, Vicente Riva Palacio, Amado Nervo, Sara García Iglesias, Carlos Fuentes, José Fuentes Mares, Luis Spota, Jorge Ibargüengoitia o Ignacio Solares; los proyectistas culturales José María Luis Mora, Lucas Alamán, Gabino Barreda, Ignacio Manuel Altamirano, José Vasconcelos, Alfonso Reyes, Salvador Abascal u Octavio Paz; los artistas Juan Correa, Miguel Cabrera, Félix Parra, José María Velasco, José Guadalupe Posada, Diego Rivera, Pedro Ramírez Vázquez, Abel Quezada o Jaime Saldívar; los cineastas Juan Bustillo Oro, Fernando de Fuentes, Emilio Fernández o Gonzalo Martínez: o los compositores Francisco Gabilondo, Agustín Lara, José Alfredo Jiménez o Salvador Flores, supieron de una u otra manera sustentar en un pasado entrañable por ellos recreado un futuro posible, a conseguir en una acción común generosa y compartida. En esa ruta por esta investigación rememorada quizás sea posible encontrar argumento para seguir creyendo, esperando y actuando en México.

## REFERENCIAS

BRADING, D. (1993). *Orbe indiano. De la monarquía católica a la república criolla. 1492-1867*. México: FCE.

CASTRO, A. (1965). *Los españoles, cómo llegaron a serlo*, Madrid, España: Taurus.

CHARTIER, R. (1995). *Sociedad y escritura en la edad moderna. La cultura como apropiación*. México: Instituto Mora.

FLORES HERNÁNDEZ, B. (2000). México en tres tiempos. *Caleidoscopio*, 44(7): 109-143.



- FLORESCANO, E. (2006). *Imágenes de la patria a través de los siglos*. México: Santillana.
- FLORESCANO, E. (1987). *Memoria mexicana. Ensayo sobre la reconstrucción del pasado mexicano: época prehispánica-1821*. México: Joaquín Mortiz.
- GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ, L. (1972). *Invitación a la microhistoria*. México: SEP.
- GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ, L. (1983). *La ronda de las generaciones*. México: SEP.
- HERNÁNDEZ LÓPEZ, C. (Coord.). (2004). *Historia y novela histórica. Coincidencias, divergencias y perspectivas de análisis*. Zamora, Michoacán, México: El Colegio de Michoacán.
- HERNÁNDEZ LÓPEZ, C. (Coord.). (2003). *Tendencias y corrientes de la historiografía mexicana del siglo XX*. México: UNAM-El Colegio de Michoacán.
- IGLESIA, R. (1945). *Estudios de historiografía de la Nueva España*. México: El Colegio de México.
- LAFAYE, J. (1977). *Quetzalcóatl y Guadalupe*. México: FCE.
- LEÓN PORTILLA, M. (1959). *Visión de los vencidos*. México: UNAM.
- LOMBARDO DE MIRAMÓN, C. (1980). *Memorias*. México: Porrúa.
- MANRIQUE, J. A. (1977). Del barroco a la ilustración. En *Historia general de México*, t. 2. México: El Colegio de México.
- MARÍAS, J. (1949). *El método histórico de las generaciones*. Madrid, España: Revista de Occidente.
- MATUTE, A. (Comp.). (1974). *La teoría de la historia en México (1940-1970)*. México: SEP.
- MATUTE, A. (1992). *Pensamiento historiográfico mexicano del siglo XX. La desintegración del positivismo*. México: UNAM.
- DE LA MAZA, F. (1981). *El guadalupanismo mexicano*. México: SEP-FCE.
- MURIÁ, J. M. (1981). *La historiografía colonial*. México: UNAM.
- O'GORMAN, E. (1958). *La invención de América*. México: FCE.
- O'GORMAN, E. (1969). *La supervivencia política novohispana*. México: Centro de Estudios de Historia de México.
- ORTEGA, J. A. y MEDINA, J. A. (Ed.) (1967). *Polémicas y ensayos mexicanos en torno a la historia*. México: UNAM.
- ORTEGA y GASSET, J. (1958). *En torno a Galileo*. Madrid, España: Revista de Occidente.
- ORTEGA y MEDINA, J. A. y Camelo, R. (Coords.) (1992 y ss.) *Historiografía mexicana*. 5 v. México: UNAM.
- PAZ, O. (1969). *El laberinto de la soledad* (7ª. ed.). México: FCE.
- PÉREZ VEJO, T. (2003). La construcción de las naciones como problema historiográfico, el caso del mundo hispánico. *Historia mexicana*, 53, 2(210): 275-311.
- PEREYRA, C. et al. (1980). *Historia, ¿para qué?* México: Siglo XXI.
- PHELAN, J. L. (1972). *El reino milenarista de los franciscanos en el Nuevo Mundo*. México: UNAM.
- RICARD, R. (1947). *La conquista espiritual de México*. México: Jus.
- RIVA PALACIO, V. (Dir.) (1884-1889). *México a través de los siglos*. 5 tt. México: J. Ballezá y Compañía.
- SIERRA, J. (Dir.) (1900-1901). *México, su evolución social*. 3 v. México: J. Ballezá y Compañía.

## PREPOSICIONES Y RÉGIMEN EN EL ESPAÑOL ALFONSÍ

Cristina Eslava Heredia<sup>1</sup>,  
Blanca Elena Sanz Martín

**Palabras clave:** siglo XIII, alternancia preposicional, semántica preposicional.

### INTRODUCCIÓN

El estudio de los verbos de régimen preposicional del tipo *pensar en*, *carecer de*, *casarse con*, *renunciar a*, etc., es decir, verbos cuya complementación es introducida por un preposición, ha sido uno de los temas más desarrollados por diversos gramáticos del español actual desde 1968 (véase los trabajos de Alarcos 1968, Serradilla 1997-98, Cano Aguilar 1999, Jiménez Norberto 2012, entre muchos otros).

Un punto problemático ha sido la afiliación de la preposición que sirve como enlace entre el verbo y el término de la preposición (la base del complemento). Cano Aguilar (1999: 1815) señala que la preposición es un mero índice funcional, marcador de caso o función sintáctica, tal como la preposición *a* sirve para marcar el Complemento Indirecto (y algunos casos de CD). Pero esto se pone en duda cuando encontramos alternancias de preposiciones con significados afines. Lo cual sugiere que la preposición mantiene cierto grado de significado (Cano Aguilar 1999: 1815) como en los ejemplos de (1 a y b).

- (1) a. Juan habla DE / SOBRE / ACERCA DE política.  
b. María piensa tonterías DE / SOBRE Juan.

Según Cano Aguilar (1999) este tipo de cuestionamiento solo podría encontrar alguna explicación desde un enfoque histórico. De ahí que este trabajo se ha enfocado en análisis de las preposiciones que entran en una relación de régimen con especial atención a una etapa temprana del español: el siglo XIII, el cual nos proporciona una vasta cantidad de documentos escritos en castellano. No es un trabajo diacrónico, pero intenta aportar información inicial al conocimiento de los verbos y las preposiciones en posición de régimen en los orígenes de la lengua española que posteriormente permita hacer comparaciones con la situación actual del español.

<sup>1</sup> Departamento de Letras, Centro de las Artes y la Cultura, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: hceslava@correo.uaa.mx

## METODOLOGÍA

Para este trabajo utilizamos un corpus base, cerrado, conformado por textos representativos del siglo XIII en prosa y con variedad temática (narrativa, morales, legal, religiosa, histórica). Se buscaron construcciones con verbos cuya complementación de carácter argumental es introducida por una preposición. Por último, para fines de este trabajo, de 37 verbos de régimen preposicional documentados en el corpus se eligieron al azar 15 verbos para el análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer paso de nuestro análisis fue identificar qué tipo de preposiciones y qué tipo de verbo entran en condición de régimen preposicional. Como se puede observar en la siguiente Tabla 1, esta muestra que los verbos analizados seleccionan un número limitado de preposiciones en posición de régimen. Todas las preposiciones identificadas son de origen latino *de*, *en* (<IN), *por* (<PRO /PER), *sobre* (<SUPER), *contra*, *entre* (<INTER), *a* (<AB). Llama la atención que no aparecieran preposiciones de origen proto-romance, ni romance, ni préstamos (como las preposiciones *para*, *hacia*, o *hasta*, respectivamente). También es bastante claro que la preposición *de* cubre todos los verbos seleccionados, pero no con la misma frecuencia relativa de uso.

**Tabla 1.** Distribución de preposiciones en los verbos de régimen verbal

VERBO	DE	EN	POR	SOBRE	CON	CONTRA	ENTRE	A	TOTAL
Acordarse 2	80% (4/5)	-	-	-	-	-	-	20% (1/5)	5
Apoderarse	87% (7/8)	13% (1/8)	-	-	-	-	-	-	8
Aprovecharse	100% (16/16)								16
Arrepentirse	82% (18/22)	4% (1/22)	14% (3/22)	-	-	-	-	-	22
Maravillarse	94% (15/16)	6% (1/16)	-	-	-	-	-	-	16
Membrarse	100% (12/12)	-	-	-	-	-	-	-	12
Quejarse	33% (2/6)	17% (1/6)	50% (3/6)	-	-	-	-	-	6
Temerse	97% (34/35)	3% (1/35)	-	-	-	-	-	-	35
Vengarse	100% (5/5)	-	-	-	-	-	-	-	5
Absolver	100% (2/2)	-	-	-	-	-	-	-	2
Librar	100% (42/42)	-	-	-	-	-	-	-	42
Acordar 1	11% (4/36)	53% (19/36)	-	3%(1/36)	44% (16/36)	3% (1/36)	-	-	36
Pensar	28% (18/64)	70% (45/64)	-	2% (1/64)	-	-	-	-	64
Asmar	70% (14/20)	25% (5/20)	-	5% (1/20)	-	-	-	-	20
Creer	13% (6/47)	81% (38/47)	6% (3/47)	-	-	-	-	-	47
Fiar	12% (3/26)	50% (13/26)	38% (10/26)	-	-	-	-	-	26
Dudar	25% (4/16)	69% (11/16)	-	6%(1/16)	-	-	-	-	16
Sospechar	57% (4/7)	43% (3/7)	-	-	-	-	-	-	7
Hablar	60% (84/140)	16% (22/140)	1% (1/140)	6% (8/140)	19% (1/140)	1% (1/140)	1% (1/140)	-	140

En la tabla 1 podemos distinguir dos tipos sintácticos de verbos prominentes: formas pronominales y no pronominales. Los verbos pronominales construyen sus CRP con la preposición *de* presentando porcentajes altos (a excepción de quejarse), tal como se puede observar en los ejemplos de (2):

- (2) a. Et dixo el elifante a la liebre: - ¿Qué ha la luna? ¿Si se ensañó contra mí porque metí la manga en el agua?  
Dixo la liebre: - Así es commo vós dezides. Et **repentióse** el elefante **de lo que fiziera**, et enclinóse a ella et echóse en preses [Calila, 1251: 232]
- b. Et el saber es commo el árbol et la obra es la fruta; et el sabio non demanda el saber sinon por **aprovecharse dél**, ca si non usare de lo que sabe, non le tendrá pro [Calila, 1251: 94]
- c. E Nuestro Señor Dios oyó aquellos sos clamores e los sos jemitos, e cató los sos dolores **e acordóse de la postura que avié fecha con Abraham e Isaac e Jacob sos padres**, e membróse de los sos linages d'ellos [GEI, 1275: 321]

Este grupo de verbos presentan construcciones muy comunes al español actual y la preposición parece descargada de significado, por tanto, parece estar más cercana a lo que llamaríamos un índice funcional.

Por otra parte, las formas no pronominales muestran un juego de alternancia más variado principalmente entre las preposiciones *de* / *en*. Hemos podido identificar tres grupos semánticos: “verbos de separación”, los cuales porcentualmente presentan una mayoría de CRP con la preposición *en*; verbos de “acción mental” o “cognitivos” que presentan una alternancia entre las preposiciones *en* / *de* y verbos de “comunicación” que presentan alternancia entre las formas *de* / *en* / *sobre*. Por lo limitado del espacio hemos querido enfocarnos en las preposiciones de mayor frecuencia relativa de uso: las preposiciones *de* y *en*.

#### Verbos con CRP que selecciona la preposición *en*

Según la bibliografía conocida, las preposiciones latinas podrían tener cierto significado básico. Por ejemplo la preposición IN > *en* configura la base del complemento como un dominio locativo (Pottier 1945/55, López 1972, Trujillo, 1971). Es decir, el referente del CPR es constituido conceptualmente como locativo de carácter nocional figurado, pongo en consideración los siguientes ejemplos:

#### **Locativo-dominio-nocional**

- (3) a. Pues el que este libro leyere **piense en este enxemplo** et comieçe en él [Calila, 1251:98]
- b. E por esta vna santa iglesia son saluos todos los cristianos que derechamente **creen en ella** e que resçiben della todos los sus sacramentos [Castigos e documentos por el rey Sancho IV]
- c. Dixo el león: -Yo tomaré tu consejo, et si yo viere en él lo que tú dizes, **non dubdaré en ello** [Calila, 1251: 154]

Para los verbos de pensamiento el uso de la preposición *en* permitiría conceptualizar al complemento como un dominio de carácter nocional donde el sujeto coloca o posiciona su pensamiento, una idea, una duda, sus creencias, la sospecha.

#### Verbos con CRP que selecciona la preposición *de*

La preposición *de* en su origen significaba un alejamiento o separación de un punto de partida, junto con las preposiciones AB y EX. Según Sánchez Salor (1977), la preposición latina *de* es la forma más indeterminada que sus pares AB y EX latinos que también significan lo mismo, pero añadiendo un significado más específico, como alejamiento desde el interior de un lugar o el alejamiento desde el exterior de un lugar, respectivamente. Zamarro (1992) señala que el sentido indeterminado de la preposición *de* ha permitido que adquiera diversos significados: origen,

alejamiento, separación nocional, punto de partida, procedencia de una noción, esencia, posesión, pertenencia, relación partitiva, relación de comparación, temática, etc. En los verbos analizados veremos que encontramos ejemplos más transparentes que otros, por ejemplo: verbos que implican alejamiento como *librar* y *absorber*.

### Alejamiento

- (4) a. E aquel niño de que los sabios e los adevinos dixieron a Faraón que avié a nacer del linage de Israel **e libraríe a vós d'esta servidumbre** [GEI, 1275: 297]  
 b. Et esto es porque **ellos han poder de absolver de ssus peccados** a aquellos que sse les confiessan [Setenario, 1252-1270: 200]

En el caso de (4a) la preposición *de* conserva su significado básico de alejamiento; en el caso de (4b) podría ser más difícil hacer una asociación con el significado básico, en el sentido de que un sacerdote libra o aleja al feligrés del pecado.

En otros casos la preposición *de* no establece un significado locativo, sino que se señala el punto de partida o la temática relacionado con el contenido de un complemento directo, ya sea explícito o implícito (Juan habla (algo) de María / Juan sospecha (algo) de María / Juan duda (algo) de María). Esto lo observamos en los verbos de comunicación y de cognición, tal como se ilustra en los ejemplos de (5).

### Tema (referente del comentario en el CD)

- (5) a. Otrosí el que lo diese, entendiendo este enganno por alguna manera, avríe pena commo adelante se muestra do **fabla de las penas que se dan por esta rrazón** [Setenario, 135]  
 b. Mas **asma de un omne que librase a otro de algunt mal o lo escapase de alguna cuita fasta que lo tornase en folgura en que era**, si este atal debe aver galardón, segund Dios [Calila, 1251: 107]  
 c. Et en veyendo el gato que non era acuçioso en lo tajar, **dubdó dél** [el mur] et díxole: - Amigo, ¿por qué non te apresuras en tajar la red? [Calila, 1251: 269]  
 d. Et dixo él: - Esto fue por una sabiduría que yo fallé al furtar, et es cosa muy encubierta et sutil, de guisa que ninguno non **sospechava de mí tal cosa** [Calila, 1251: 110]

## CONCLUSIONES

Hemos visto que, en el español del siglo XIII, los verbos seleccionan unas cuantas preposiciones de origen latino: *de*, *en*, *por*, *sobre*, *con*. También se ha mostrado que las formas pronominales emplean la preposición de forma regular para construir sus CRP. Por otra parte, con los verbos no pronominales las alternancias y la frecuencia relativa de uso de las preposiciones muestra una mayor diversidad, pero es posible encontrar cierta coherencia entre el significado del verbo y la elección de la preposición: para verbos que predicen una especie de alejamiento de un punto de partida, espacial o nocional, como los casos de *librar* y *absorber* la preposición *de* conserva significado básico; con verbos de comunicación como *hablar*, la preposición *de* precisa la fuente o temática de un objeto directo (lo dicho y lo pensado), ya sea explícito o implícito. Finalmente, los verbos de pensamiento seleccionan preferentemente la preposición *en* < IN, pues, esta preposición, desde una perspectiva cognitiva, configura al CRP como un locativo nocional (figurado), en tanto que perfila al complemento como el dominio en el cual se posiciona el pensamiento, la duda, creencia u idea.

Quedan todavía cuestiones por analizar como la conmutación de estas preposiciones con otras como POR (<PER) y SOBRE (SUPER).

## Agradecimientos

Las autoras agradecen al becario Mario Antonio Frausto Grande por el apoyo en la conformación del corpus base de este trabajo.

## REFERENCIAS

- ALARCOS LLORACH, E. (1968). Verbo transitivo, verbo intransitivo y estructura del predicado. *Estudios de la gramática funcional del español*. Madrid, España: Gredos.
- CANO AGUILAR, R. (1999). Los complementos del régimen verbal. En I. Bosque y V. Demonte (Dir.). *Gramática descriptiva de la lengua española. Volumen 2. Las construcciones sintácticas fundamentales. Relaciones temporales, aspectuales y modales* (pp.1808-1854). Madrid, España: Espasa Calpe.
- JIMÉNEZ NORBERTO, L. (2012). El estatus argumental del complemento de régimen prepositivo en español. *Signos Lingüísticos*, UAM-Iztapalapa.
- LÓPEZ, M. L. (1972). *Problemas y métodos en el análisis de preposiciones*. Madrid, España: Gredos.
- POTTIER, B. (1945/55). Espacio y tiempo en el sistema de las preposiciones. *Boletín de Filología*, Universidad de Chile, VIII: 347-354.
- SÁNCHEZ SALOR, E. (1977). Observaciones sobre las preposiciones latinas *de, ex, ab, y ob, in, ad* en composición. *ARCHIVUM*, Universidad de Oviedo, 27-28, 293-334.
- SERRADILLA, CASTAÑO, A. MA. (1997/98). El complemento de régimen preposicional: criterios para su identificación. *CAUSE. Revista de Filología y su didáctica*, 20-21, 1017-1051.
- TRUJILLO, R. (1971). Notas para el estudio de las preposiciones españolas. *Boletín del Instituto Caro y Cuervo*, XXVI, Bogotá.
- ZAMARRO CALVO, M. J. (1992). Configuración sémico de la preposición DE. Fuentes pertenecientes al siglo XIII. *Actas del II Congreso Internacional de la Historia de la Lengua*. Tomo I (pp.905-913). Madrid, España: Pabellón España.

## CORPUS

- [CALILA, 1251] = CACHO BLECUA, J. M./Ma. de J. LACARRA (Eds.) (1998). *Calila e Dimna*. Madrid, España: Castalia.
- [CASTIGOS, 1293] = Rey, A. (1952). Anónimo. *Castigos e Documentos para vivir ordenados por el rey Sancho IV*. Indiana, EE. UU.: Indiana University Publication.
- [CONQUISTA, 1293] = COOPER, L. (ed.) (1979). *Gran conquista de Ultramar*. Bogotá: Publicaciones del Instituto Caro y Cuervo, LI, Tomo I.
- [DLE1210-1299] = MENÉNDEZ PIDAL, R. (ed.). (1919) *Documentos lingüísticos de España I. Reino de Castilla*. Madrid: Centro de Estudios Históricos.
- [FUERO1251-1255] = PALACIOS ALCÁINE, A. (ed.) (1991): Alfonso X, El Sabio. *Fuero Real*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.
- [GEI, 1275] = SOLALINDE, A. G. (ed.) (1930). Alfonso X, El Sabio. *General Estoria*. Primera parte, Madrid: Centro de Estudios Históricos, MCMXXX.
- [MATEO, 1260] = MONTGOMERY, M. (Ed.) (1962). *El Evangelio según San Mateo. Anejos del Boletín de la Real Academia Española*. Madrid, España: REA. Anejo VII.
- [SETENARIO 1252-1270] = Vanderford, K. H. (1945). *Setenario*. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Filología de la Facultad de Filosofía.

## LOS VERBOS DE PERCEPCIÓN COMO ESTRATEGIAS EVIDENCIALES

Blanca Elena Sanz Martín<sup>1</sup>,  
Cristina Eslava Heredia

**Palabras clave:** evidencialidad, verbos de percepción, estrategias evidenciales en español, extensión semántica.

### INTRODUCCIÓN

Una estrategia comunicativa fundamental consiste en indicar (o en ocasiones ocultar) la fuente de la información expresada en un enunciado. En español, existen partículas léxicas especializadas para tal fenómeno, tales como *dizque*, *según [dicen]*, o formas sintácticas como *me dijeron*, *fuentes oficiales*, etc.

Las lenguas poseen un repertorio de recursos cuya función consiste en hacer una referencia a la fuente de información de la que dispone el hablante. Tales recursos pertenecen a la categoría gramatical conocida como evidencialidad, que corresponde al dominio de significado que expresa, por medios lingüísticos, cuál es la fuente de información en que un hablante se basa para emitir un enunciado (Aikhenvald, 2004).

Los tipos de evidencias se clasifican en directas e indirectas (Willet, 1998: 57). La directa implica que el hablante ha tenido contacto directo con una situación descrita. Asimismo, la evidencia directa se divide en evidencia directa sensorial y evidencia directa endofórica (Tournade, 1996, citado por Bermúdez, 2004: 6). La primera radica en que dicha evidencia se obtuvo por medio de la vista u otros sentidos. La segunda, por su parte, se refiere a una situación descrita que el hablante ha experimentado directamente, pero no mediante un contacto sensorial. Es el caso, por ejemplo, de la imaginación y los deseos. La evidencia indirecta, por otro lado, implica que el hablante no ha tenido contacto directo con la situación descrita, es decir, tiene acceso a ésta a partir de huellas o indicios a través de un proceso de inferencia o deducción, o bien, mediante la información recibida de terceros (Willet, 1998: 57).

Los “marcadores evidenciales” o “estrategias evidenciales” son variados y pueden comprender desde morfemas específicamente dedicados hasta construcciones sintácticas.

El español, como las demás lenguas romances, no se considera una lengua evidencial en sentido estricto, pues no marca esta categoría a partir de elementos morfemáticos especializados

<sup>1</sup> Departamento de Letras, Centro de las Artes y la Cultura, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: blancasanz27@hotmail.com

(Diewald & Smirnova, 2010: 2). Sin embargo, sí utiliza recursos sintácticos y léxicos como estrategias evidenciales, como se ilustra a partir de los ejemplos de (1):

- (1a) A mí me **consta** que Juan se robó la cartera, si yo **lo vi con mis propios ojos** (evidencia directa sensorial).
- (1b) María está temblando. **Tendrá** frío (evidencia indirecta referida).
- (1c) En este país, **dizque** hay libertad de expresión (evidencia indirecta referida).

Es así como se puede decir que un recurso léxico para expresar evidencialidad en español consiste en el empleo de elementos léxicos polivalentes. De acuerdo con Chafe y Nichols (1986: 267), uno de los recursos léxicos para expresar evidencialidad consiste en el empleo de verbos de percepción, de manera que con formas como *see*, *hear*, *feel*, equivalentes en el español a *ver*, *oír* o *sentir*, el hablante puede señalar que el conocimiento ha sido adquirido mediante una inferencia de carácter sensorial, como se ilustra en (2):

- (2a) Veo que viene por el hall.
- (2b) Escucho que se está bañando.
- (2c) Siento algo trepando por mi pierna.

De esta manera, para Chafe & Nichols (1986: 267), los ejemplos de (2) tendrían el mismo contenido proposicional de las oraciones ilustradas en (3), pero estas últimas expresan un grado menor de credibilidad:

- (3a) (Él) está viniendo por el hall.
- (3b) (Él) está bañándose.
- (3c) Algo está trepando por mi pierna.

El objeto de estudio de este trabajo se centra en los usos evidenciales de tres verbos de percepción: *ver*, *oír* y *oler*. La delimitación de este objeto de estudio obedece a la distinción básica entre percepción pura o involuntaria y la percepción activa o voluntaria.

Las percepciones puras son aquellas sensaciones que se producen de forma automática y espontánea cuando el estímulo entra en contacto con el órgano encargado de su descodificación, como la sensación de calor que experimenta una persona si se acerca al fuego; mientras que las activas suceden cuando el sujeto que las va a experimentar realiza una determinada acción voluntariamente, utilizando el órgano receptor adecuado, como cuando se saborea un caramelo (Fernández Jaen, 2005: 392-3; Horno Chéliz, 2002: 555). La siguiente tabla muestra los verbos más representativos de ambas clases para cada uno de los cinco sentidos:

**Tabla 1.** Clasificación semántica de los verbos de percepción

Clasificación semántica de los verbos de percepción		
Sentido	Actividad voluntaria	Experiencia involuntaria
Vista	Mirar	Ver
Oído	Escuchar	Oír
Tacto	Tocar/sentir	Sentir [ <i>Siento ardor en las piernas</i> ]
Olfato	Oler	Oler
Gusto	Probar	Notar [ <i>Noté la pimienta en la sopa</i> ]

Tabla tomada de Cruz Domínguez (1999: 45), basada en la clasificación de Ibarretxe (1999: 45).

El objeto de estudio de este trabajo consiste en los verbos más representativos de la clase de los verbos de percepción involuntaria, pero se centra en aquellos cuyo significado alude mayoritariamente al sentido (mecanismo



fisiológico de percepción) correspondiente. Así, se dejan de lado *sentir* y *notar*, pues su significado se refiere ordinariamente a una percepción general que no necesariamente implica los sentidos del tacto y el gusto, tales como los ejemplos expuestos con corchetes.

El objetivo general de la investigación consistió en analizar el comportamiento sintáctico-semántico de los verbos de percepción, a fin de determinar los factores responsables de que dichos verbos se alejen de su sentido básico y prototípico (realizar el acto de la percepción visual, auditiva y olfativa) para expresar valores evidenciales.

## METODOLOGÍA

Los datos de este trabajo provienen de una muestra aleatoria de datos del siglo XX tomada del *Corpus del español* de Mark Davies. La muestra consta de 900 concordancias (300 para cada verbo), la cual es representativa del universo de cada conjugación verbal.

En cuanto a los criterios de clasificación de los significados evidenciales, deslindamos el sentido descriptivo y evidencial de los verbos de percepción. Para establecer dicho límite, la operación realizada consistió en la posibilidad de parafrasear, con una oración parentética evidencial, la oración con el verbo de percepción, como se ejemplifica en (4) y (5).

(4a) Estoy preocupada por María, porque últimamente la he visto muy cansada.

(4b) Esta mañana, vi unos pájaros volar en el jardín de la casa.

(5a) Estoy preocupada por María, porque, según yo, ha estado muy cansada.

(5b) Según yo, unos pájaros estaban volando en el jardín de mi casa.

Gracias a la prueba de la paráfrasis, se pudo constar que los ejemplos (4a) y (5a) presentan evidencialidad ligada al verbo de percepción. De igual manera, los ejemplos (4b) y (5b) se excluyen del campo de la evidencialidad porque la paráfrasis no resulta exitosa en (5b).

En otras palabras, se determinó el contenido proposicional de cada concordancia del corpus siguiendo el siguiente modelo ecuacional: Una entidad hizo X o está en X estado, y se tiene evidencia de ello. Así fue como se deslindaron los usos evidenciales de los verbos de percepción de los usos de percepción pura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de la operación de la paráfrasis aplicada a los *corpora* de los tres verbos, se obtuvo el siguiente resultado:

**Tabla 2.** Distribución semántica de los verbos de percepción

Verbo	No evidencial	Evidencial
<i>Ver</i>	217/300= 72%	83/300= 28%
<i>Oír</i>	223/300= 74%	77/300= 26%
<i>Oler</i>	267/300= 89%	33/300= 11%

A continuación se ilustran los diferentes tipos de evidencia expresada por los tres verbos.

### Evidencialidad en el verbo *ver*

Este verbo presentó evidencialidad en sus dos tipos, y sendos cuatro subtipos, como se ilustra en los ejemplos de (6), por lo que se puede decir que este verbo es el más productivo en cuanto a codificación de la evidencialidad en el español.

- (6a) De los seis testigos citados a declarar solamente comparecieron los tíos del encausado, Manuel Pérez López y Adela Balboa Cortiñas. El primero dijo que ignoraba que su sobrino era drogadicto. Manifestó que se comportaba de forma rara, tenía siempre frío y **le vio pinchazos en el brazo**. (*La Voz de Galicia*). (Evidencia directa sensorial).
- (6b) Me estremece la idea de tener que escuchar una misa. Será la misma ceremonia de siempre que me atormentaba desde niño: el cura cantando con su voz ronca, la iglesia llena de incienso y un poco de viejas llenas de arrugas llorando al muerto de turno a moco tendido. Siempre he sido alérgico al incienso, **ya me veo estornudando en medio de la misa**. (*La última espera*, Davies). (Evidencia directa endofórica).
- (6c) Creo que pronto volveremos a mudarnos, porque como **vi en el periódico**, habrá una nueva Capital, que será una plaza rodeada de edificios públicos. (España Oral: ECIE011D). (Evidencia indirecta referida).
- (6d) Inf. - La pintura me ha entusiasmado. Entiendo bastante de pintura, entiendo, porque he repasado, he visitado muchísimos museos, y según mis amistades, pues entiendo bastante de pintura. No como mi hijo, porque éste es un enloquecido de la pintura. Enc. -Por lo que **veo**, todas las actividades artísticas, todas las ha practicado. Inf. - Pues sí, sí, sí, sí: música, pintura. (Habla Culta: Madrid: M16). (Evidencia indirecta inferida).

### Evidencialidad en el verbo oír

Este verbo presentó, únicamente, evidencia directa sensorial, como en (7a), y evidencia indirecta referida, como en (7b).

- (7a) Tuve miedo al ver su cara desfigurada por el llanto como la de una bruja; corrí y de pronto **oí** que el mundo retumbaba y un dolor me atravesó los huesos (*Los pies de barro*).
- (7b) Para avanzar, lo mejor que podemos hacer los chiapanecos, es ir viendo concretamente cual es la situación de Chiapas. [...] Es preocupante, pero también hay que decir algo ¿qué concepto tenemos de la seguridad nacional? Hoy **oí** que instalaron en la Costa los Comités de Seguridad[...] (Entrevista Chiapas).

### Evidencialidad en el verbo oler

Este verbo, al igual que *oír*, presentó únicamente dos subtipos de las clasificaciones de la evidencialidad, específicamente, evidencia directa sensorial, como en (8a), y evidencia indirecta inferida, lo que se ilustra en (8b).

- (8a) A ti, se te **olía** venir a dos cuadras de distancia, cabizbajo y lleno de polvillo blanco (*El chupetero*).
- (8b) Es un problema de la sociedad, del club, que está carente de dirección. De la sociedad blanca que navega a la deriva, y que, lamentablemente **huele** a bancarrota. Todo esto se ha visto venir, (España oral).

Con los resultados obtenidos, se puede decir que los verbos de percepción representan una estrategia léxica importante para el fenómeno de la evidencialidad. De igual manera, en cuanto a las clases de evidencialidad, la evidencia directa es la que más se codifica por medio de estos verbos. Específicamente, la evidencia directa sensorial es la más productiva en los verbos de percepción, como se puede apreciar en los ejemplos obtenidos del *corpus*.

Sin embargo, el uso aislado de los verbos de percepción no es el único medio en el que la evidencialidad se codifica, sino que también existen estrategias sintácticas para expresar dicho fenómeno lingüístico, tales como el uso de una oración completiva (9), la elevación del sujeto (10) y la predicación secundaria (11).

- (9) **Oyó**, por radio, que la creciente era seria (*Memoria sin tiempo*).
- (10) Fueron pocas las veces que los **oí** discutir (*Barrio palestina: novela*).
- (11) Pero como **vi** a Cipriano tranquilo frente a la idea (*Gran señor y rajadiablos*).

En (9), el contenido proposicional del enunciado se encuentra en la oración completiva de objeto directo (*que la creciente era seria*) y mediante la oración principal (*oyó, por radio*) se especifica la fuente de información, una evidencia

indirecta referida. Con respecto a (10), en la oración *los oí discutir* tenemos el llamado fenómeno de elevación del sujeto. La oración es equivalente a un enunciado con una oración completiva: *oyó que [ellos] discutieron*. Existe una elevación del sujeto porque el sujeto de la oración subordinada se eleva a la oración principal, en la que desempeña la función de objeto directo. El contenido proposicional se centra en la acción de discutir y la evidencia sensorial de ello se expresa mediante el verbo principal (*oí*). Por último, en (11), el contenido proposicional de la oración consiste en el estado de tranquilidad de Cipriano frente a la idea, mediante la cláusula mínima (*Cipriano tranquilo*), en donde el adjetivo (*tranquilo*) funciona como un predicado secundario. El predicado principal (*vi*) especifica la fuente de información de dicho estado de tranquilidad: la evidencia visual del sujeto.

El verbo *oler* presenta una particularidad en relación con los demás verbos, ya que se encontraron estrategias semánticas, además de las sintácticas, para expresar evidencialidad. Estas estrategias semánticas consisten en los usos extendidos del verbo *oler*. Es decir, usos que van más allá del puro acto de percepción del olfato, de manera que el verbo adquiere el sentido de ‘parecer’ (12), ‘detectar’ (13) y ‘sospechar’ (14). En otras palabras, el verbo *oler* se puede sustituir por cada verbo nombrado en cada ejemplo.

- (12) Me abrazó con un afecto que **olía** más a fraternidad de compinche que a preocupación pastoral, en recuerdo de aquellas conversaciones que teníamos sobre la juventud (*Los hombres de Celina*).
- (13) Sabe que si quisieran atacarlo los acabaría a todos como si fueran de papel, pero no se confía. **Huele** en ellos un ansia voraz, un afán por absorber su ser. Más vale alejarse. (*Encuentro en la ciudad del olvido*).
- (14) Le pedí su credencial y me la prestó. Vi su número de cuenta universitario y deducí que había nacido el mismo año que yo. – Deduje – corregí. – ¡De hule, si quieres! Ni se las **olió** cuando se la pedí. (*Gazapo*).

En cuanto a los tipos de evidencia que se codifican en cada verbo, la información se resume de la siguiente manera:

**Tabla 3.** Distribución de los tipos de evidencia

Evidencia		Ver	Oír	Oler
Directa	Sensorial	48/83= 58%	42/77= 54.5%	1/33= 3%
	Endofórica	2/83= 2%	--	--
Indirecta	Referida	29/83= 35%	35/77= 45.5%	--
	Inferida	4/83= 5%	--	32/33= 97%

El verbo *ver* es el más productivo en cuando a la expresión de la evidencialidad, ya que presenta los dos tipos de evidencialidad, así como los cuatro subtipos. Sin embargo, la evidencia directa sensorial, en este verbo, es más fuerte. El verbo *oír* presenta sólo evidencia directa sensorial y evidencia indirecta referida, ambas casi en distribución igual, con una ligera preferencia a la evidencia directa sensorial. El verbo *oler*, por su parte, únicamente presentó evidencia directa sensorial y evidencia indirecta inferida. La primera es casi nula, pues sólo hay un ejemplo. La segunda, por el contrario, manifiesta una total preferencia, lo que sugiere que este verbo codifica información que es resultado de la interpretación de una serie de indicios o pistas que llevan a cierta conclusión.

Los resultados cuantitativos respecto a los tipos de evidencias codificados en los tres verbos se relacionan íntimamente con una jerarquía de los sentidos propuesta por Viberg (1983):

Vista > oído > tacto > gusto, olfato

De acuerdo con esta jerarquía, existe una tendencia hacia la supremacía de la vista sobre los otros sentidos. Sobre este punto, Ibarretxe-Antuñano argumenta que, para las culturas occidentales, la visión es el sentido por

excelencia desde la Ilustración, pero no así en otros periodos históricos o para otras sociedades contemporáneas (2003). Por lo anterior, la vista es la fuente de conocimiento más fiable, lo que explica que el verbo *ver* sea más productivo que otros verbos en cuanto a la expresión de evidencialidad.

Así, en términos de la jerarquía de los sentidos, la productividad en cuanto a la expresión de evidencialidad de los verbos objeto de estudio también sigue la siguiente jerarquía:

*ver > oír > oler.*

## CONCLUSIONES

El verbo *ver*, por un lado, abarca todo el abanico de significados evidenciales, pues es capaz de expresar tanto evidencia directa sensorial y endofórica, como evidencia indirecta referida e inferida. Esto gracias al lugar privilegiado que dicho verbo tiene en la jerarquía de los sentidos.

Los verbos *oír* y *oler*, por otro lado, tienen la capacidad de expresar evidencia directa. Pese a lo anterior, la evidencia indirecta cobra más importancia para ambos verbos en tanto que *oír* parece estar más inclinado a la evidencia indirecta referida (aquello que, mediante el oído, nos llega de lo que otras personas experimentaron), mientras que *oler* manifiesta preferencia hacia la evidencia indirecta inferencial (un proceso cognitivo que se da mediante pistas o indicios).

En resumen, el tipo de evidencia expresada por los verbos se encuentra determinada por el contenido léxico de cada uno de los verbos estudiados.

Por último, la evidencialidad en los verbos objeto de estudio se codifica mediante estrategias sintácticas y semánticas específicas. Este hallazgo contribuye a la comprensión de los distintos tipos de estrategias evidenciales presentes en el español.

## REFERENCIAS

- AIKHENVALD, A. (2004). *Evidentiality*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- BERMÚDEZ, F. (2004). La categoría evidencial del castellano: metonimia y elevación del sujeto. *Boletín de Lingüística*, 22, 3-31.
- CHAFE, W., & NICHOLS, J. (1986). Evidentiality in English conversation and Academic Writing. En *Evidentiality in Linguistic Coding of Epistemology*. Norwood, New Jersey, US: Ablex Publishing Corporation.
- CRUZ DOMÍNGUEZ, I. (2014). *Caracterización sintáctico-semántica del verbo sentir, un análisis a partir de corpus*. Tesis de doctorado inédita. México: UNAM.
- DIEWALD, G & SMIRNOVA, E. (2010). *Linguistic Realization of Evidentiality in European Languages*. Berlin, Germany: Walter de Gruyter.
- FERNÁNDEZ JAÉN, J. (2005). Verbos de percepción sensorial en español: una clasificación cognitiva. *Interlingüística*, 16, 391-405.
- HORNO CHÉLIZ, M. C. (2002). Aspecto léxico y verbos de percepción: a propósito de *ver* y *mirar*. En R. M. Castañer & J. M. Enguita (Eds.), *Archivo de filología aragonesa, LIX-LX. Tomo I. In memoriam Manuel Alvar* (pp. 555-575). Zaragoza, España: Institución Fernando el Católico.
- IBARRETXE ANTUÑANO, I. (1999). *Polysemy and metaphor in perceptions verbs: a cross linguistic study*. Tesis de doctorado inédita. Universidad de Edimburgo.
- IBARRETXE ANTUÑANO, I. (2003). El cómo y el porqué de la polisemia de los verbos de percepción. En C. MOLINA, M. BLANCO, J. MARÍN, A. L. RODRÍGUEZ & M. ROMANO (Eds.), *Cognitive Linguistics in Spain at the turn of the century/La lingüística cognitiva en España en el cambio de siglo* (pp. 213-228). Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.
- TOURNADE, N. (1996). Comparaison des systèmes médiatifs de quatre dialectes tibétains (tibétain central, ladakhi, dzongkha et amdo). En Z. Guentchéva (Ed.), *L'intonation médiatisée* (pp. 195-213). París, Francia: Peeters.
- VIBERG, A. (1983). The verbs of perception: A typological study. *Linguistics*, 21, 123-162.
- WILLET, T. (1998). A cross-linguistics survey of the grammaticalization of evidentiality. *Studies in Language*, 12, 57-91.

## CORPUS

- DAVIES, M. *Corpus del español* (100 millones de palabras, siglo XIII-siglo XX, en construcción desde el año 2002). Recuperado de <http://www.corpusdelespanol.org>

## RESCATE DEL PERIODISMO DEL SIGLO XIX

### Proceso esencial para el estudio de la literatura en Hispanoamérica

Francisco J. Fernández Martínez<sup>1</sup>

**Palabras clave:** rescate literario, periodismo y literatura.

## INTRODUCCIÓN

En diversas investigaciones (Batis, 1963; Ruiz Castañeda, 1980; Ruiz Castañeda y Schneider, 1986; Clark de Lara y Díaz Alejo, 1989; Tola de Habich, 1994; Curiel, 1996, y Márquez Acevedo, 1997) se evidencia que la literatura publicada en los periódicos y revistas muestra las transformaciones culturales y estéticas, lo que propicia un desarrollo en el ámbito literario y caracteriza una época.

La aparición de una publicación periódica supone el reconocimiento de una sociedad cultural; no obstante, no se ha hecho el levantamiento de los datos esenciales de cuántos y qué tipo de publicaciones han surgido en cada una de las regiones de Hispanoamérica, sino de sólo cinco regiones.

Esta investigación parte del hecho de proporcionar uno de los primeros pasos para la realización de catálogos que permitan reconocer el panorama periodístico y literario de la región, pues con ello se reconocen las características de una producción literaria determinada y el tipo de sociedad que la produjo.

Hacia finales del siglo XIX Jesús Díaz de León presentó un somero artículo dedicado al entonces director general de estadística de la República Mexicana, Antonio Peñafiel, titulado *Datos para la historia del periodismo en Aguascalientes* (Díaz De León, 1884 y 1891; Fernández Martínez, 2005), seguramente sin la conciencia plena de que legaba datos interesantes que 131 años después darían cuenta de un Aguascalientes con una gran labor periodística. En dicho artículo consigna 124 periódicos de diferentes periodicidades e ideologías. Díaz de León nos hace ver que si bien estas publicaciones se identificaban con los más diversos nombres, prácticamente todas ellas poseían una sección literaria.

Este tipo de trabajos no fue continuado seriamente sino hasta los trabajos de Gómez Serrano (1988). Ahora, este proyecto tuvo como antecedente inmediato las investigaciones de Sandoval Cornejo (2005), Giacinti Comte (2002; 2005) y Fernández Martínez (1998; 2004; 2006).

---

<sup>1</sup> Departamento de Letras del Centro de las Artes y la Cultura, Universidad Autónoma de Aguascalientes. Correo electrónico: [ffernan@correo.uaa.mx](mailto:ffernan@correo.uaa.mx)

Actualmente existe la necesidad de contribuir con el trabajo que realiza la Red de Historiadores del Periodismo Iberoamericano y CONACyT (Flores Zavala, 2004; Sánchez Silva y Ruiz Cervantes, 2005; Palacio del, 2005 y 2006; Briones Franco, 2006); a fin de legar a la filología los elementos que se deben conocer para poder conceptualizar la idea de “literatura mexicana”, pues no se conoce plenamente el legado que dará pie a la realización de otros estudios que éste puede detonar; por ejemplo, permitiría sostener la utilidad que este trabajo proporcionaría, pues desmitificaría la supuesta existencia de un canon establecido e inmodificable de una nómina de autores y escritores decimonónicos que consignan las habituales historias de la literatura mexicana, descartando otros autores, no por falta de calidad, sino por simple desconocimiento. En esta investigación se da a conocer el particular caso de Aguascalientes, sitio del que se desconoce su tradición literaria y que no poseía hasta el momento un catálogo que evidencie la relación entre dos disciplinas integradas y dependientes una de la otra durante el siglo XIX.

Este trabajo tuvo los siguientes objetivos:

1. Proporcionar los instrumenta necesarios para la realización de posteriores investigaciones filológicas.
2. Dichas investigaciones permitirán:
  - a. La conceptualización de la literatura hispanoamericana, mexicana y regional.
  - b. La desmitificación de la supuesta existencia de un canon establecido e inmodificable de una nómina de autores y escritores que consignan las habituales historias de la literatura, que omiten a los autores locales o regionales, al no haber sido conocida y difundida su obra.

## METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló de 2008 a 2013, rastreando las publicaciones aguascalentenses decimonónicas en el Archivo General de la Nación (México, D. F.); el Archivo Histórico del Centro de Estudios sobre la Universidad (CESU) de la UNAM; el Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes (Aguascalientes, Ags.); el Archivo Municipal de Madrid “Conde Duque de Olivares”; el Archivo Parroquial de la Catedral de la Diócesis de Aguascalientes (Aguascalientes, Ags.); el Archivo particular de Don Alejandro Topete del Valle (Aguascalientes, Ags.).

Las publicaciones rescatables con producción literaria y extraliteraria que se analizaron fueron 28:

1. *Bohemio* (Aguascalientes, 1906).
2. *Centinela* (Aguascalientes, 1884).
3. *Convención Radical Obrera* (México, 1888).
4. *Diario del Hogar*, (México, 1900, 1902 y 1907).
5. *Don Simón* (Fresnillo, Zac., 1869-1871).
6. *El Año Nuevo* (Aguascalientes, 1886).
7. *El Clarín. Semanario independiente* (Aguascalientes, 1912).
8. *El Demócrata* (México, 1895).
9. *El Disloque* (México, 1901).
10. *El Duende* (Aguascalientes, 1851).
11. *El Hijo del Ahuizote* (México, 1888).
12. *El Instructor* (Aguascalientes, 1884–1907).
13. *El Liberal* (México, 1914).
14. *El Monitor* (México, 1914).
15. *El Monitor Liberal* (México, 1901).
16. *El Porvenir* (Aguascalientes, 1877).
17. *La Convención Radical Obrera* (México, 1888).
18. *La Bohemia* (Aguascalientes, 1901).
19. *La Cotorra* (Aguascalientes, 1861).
20. *La Enseñanza* (Aguascalientes, 1889).
21. *La Imitación* (Aguascalientes, 1850).
22. *La Libertad* (Guadalajara, 1900).
23. *La Libertad de México* (Aguascalientes, 1865–1866).
24. *La Provincia* (Aguascalientes, 1904–1906).
25. *El Radical* (Aguascalientes, 1895).
26. *La República* (México, 1880).
27. *El Republicano* (Aguascalientes, 1871, 1884, 1888, 1896 y 1919).
28. *Potpourri* (1897).

Estas publicaciones fueron tratadas bajo los parámetros utilizados en los catálogos de hemerografía que fueron contruidos para cinco regiones del país; dichos parámetros fueron: rastrear el total de publicaciones aguascalentenses en fechas extremas de 1825 a 1909; Identificar la existencia de dichas publicaciones; ubicar el recinto donde se encuentran las publicaciones; descartar aquellas que no se encontraron en los diversos archivos; establecer los datos de cada periódico: año de aparición del periódico, nombre, lema y/o subtítulo, editor, años en que se publicó, periodicidad, carácter, orientación, ubicación de la publicación e investigadores que han notificado respecto a la investigación y hacer la caracterización y crítica de dichos materiales.

Fue necesario también: hacer la recolección del material bibliográfico y hemerográfico que permitiera la posterior fijación cronológica de dichas publicaciones; la elaboración de instrumenta —índices, autores y géneros—; la fijación de las épocas o etapas a partir de los momentos o productos literarios —que indicaron un cambio sustancial para hacer cortes o enlaces de autores, corrientes, escuelas, tendencias, agrupaciones o líneas literarias—; la investigación del contexto histórico y cultural de los materiales hemerográficos; el análisis paratextual de las publicaciones, y la definición del funcionamiento del sistema literario del siglo XIX para reconocer de qué manera se sostenían las publicaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como lo han mostrado otras investigaciones similares en las cinco regiones en que se ha hecho el levantamiento hemerográfico, para medidos del siglo XIX, Aguascalientes contaba ya con los elementos sociales básicos para la actividad literaria. Así lo constata la aparición del primer periódico literario (*La Imitación*, 1850).

El análisis del discurso, así como la teoría de la recepción, fueron imprescindibles para reconocer que el periodismo fue en el siglo XIX un campo privilegiado para la producción literaria, así como lugar de enfrentamientos ideológicos y estéticos de diversos grupos.

El análisis de las publicaciones periódicas mostró diversos modelos culturales que caracterizaron una época, de manera que no sólo se hizo un recuento cronológico, sino que resultó un panorama variado de temas, momentos y fenómenos de comunicación ligados a procesos históricos.

Cinco factores influyeron notablemente en el desarrollo de la región y permitieron el surgimiento de la literatura desde las publicaciones periódicas durante el siglo XIX:

1. La llegada de la revolución industrial a México.
2. La ubicación geográfica y estratégica de Aguascalientes.
3. El clima político imperante en el estado.
4. La *alfabetización especializada* de un grupo élite en la región.
5. Las corrientes positivista y krausista, así como las ideologías de los partidos liberal y conservador que permearon la política, la educación, los sistemas de difusión científica y cultural.

También se debió reconocer el concepto que de literario se tuvo en dicha época, que iba desde su carácter ancilar hasta estético.

## CONCLUSIONES

A partir de lo que filológicamente se ha obtenido en esta investigación, el aporte esencial muestra que el regionalismo no debe estar reñido con el universalismo; ambos aspectos son complementarios y deben enriquecerse mutuamente en la infinitud de posibilidades.



Las publicaciones periódicas se convirtieron en el espacio en donde el escritor, el científico y el intelectual configuraron una nueva identidad: se hacen conscientes de la importancia de su actuar, y simultáneamente, van adquiriendo dominio sobre la política gubernamental; por ello la prensa funcionó como el principal difusor de conocimiento de las distintas disciplinas que cobraban relevancia en Hispanoamérica a partir del siglo XIX.

Las publicaciones periódicas son materiales imprescindibles para complementar la comprensión de la historia cultural de un país, ya que ciertas secciones de los periódicos representan un lugar privilegiado para satisfacer una necesidad que no encuentra salida en los libros.

Finalmente, en las publicaciones periódicas se puede observar de manera fehaciente el acontecer histórico en la coyuntura misma del fenómeno que hace la historia, pues posibilita las intervenciones exigidas por la ocasión; por tanto, es un sitio ideal para llevar a un escenario la política cultural, para la apertura de debates estéticos e ideológicos, para la expresión de posiciones relacionadas con diversos aspectos relevantes para la región o el país. Todo lo anterior en un contexto en el que la actualidad de los temas son requisitos indispensables.

La aparición de un periódico en una sociedad supone un hecho decisivo para la misma. Para que se produzca, es preciso que concurren determinadas condiciones políticas, sociales y económicas favorables: un cierto nivel cultural y económico; un desarrollo suficiente de las comunicaciones que haga posible la recepción de la información, así como la distribución de las publicaciones.

## REFERENCIAS

- BATIS, H. (1963). *Estudio preliminar a los índices de El Renacimiento; Semanario literario Mexicano (1869)*. México: Ariadna.
- BRIONES FRANCO, J. (2006). *Catálogo de la hemerografía de Sinaloa, 1827-1950*. México: Universidad de Guadalajara.
- CLARK DE LARA, B. (1989). [Estudio preliminar, notas, índices y cuadros]. *La ilustración Potosina. Semanario de Literatura, poesía, novelas, noticias, descubrimientos, variedades y avisos (1869)* [edición facsimilar de Ana Elena Díaz Alejo]. México: UNAM.
- CURIEL, F. (1996). [Edición facsimilar y estudio preliminar]. *Tarda Necrofilia*. México: UNAM.
- DÍAZ DE LEÓN, J. *El Instructor*. 1-IV-1884 y 1-V-1891.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, F. J. (1998). Rescate literario del siglo XIX en Aguascalientes en *Memoria del Quinto simposio estatal La investigación y el desarrollo tecnológico en Aguascalientes*. México: CONACYT.
- \_\_\_\_\_ (2004). Panorama, histórico crítico de la literatura aguascalentense del siglo XIX a través de las Publicaciones periódicas. *Memoria de resúmenes Quinto Seminario de Investigación*, 275-280.
- \_\_\_\_\_ (2005). Jesús Díaz de León. *Horizontes literarios en Aguascalientes. Escritores de los siglos XIX y XX*. México: UAA.
- \_\_\_\_\_ (2006). Función e importancia de la prensa decimonónica durante el periodo ilustrado en Europa y América. En *Actas del VI Congreso Internacional de Historia de la Lengua Española*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid/Arco Libros.

FLORES ZAVALA, M. A. (2004). *Catálogo de la hemerografía de Zacatecas*. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.

GIACINTI COMTE, A. (2002). *Jesús F. López. Dramaturgo y crítico teatral*. Tesis de Maestría.

————— (2005). Jesús F. López, escritor y político. En *Horizontes Literarios en Aguascalientes. Escritores de los siglos XIX y XX*. Aguascalientes, México: UAA.

————— (2005). Esteban Ávila. Poeta y político. En *Horizontes Literarios en Aguascalientes. Escritores de los siglos XIX y XX*. Aguascalientes, México: UAA.

GÓMEZ SERRANO, J. (1988). *Aguascalientes en la historia 1786-1920*. Tomo III. Vol. I y II *Sociedad y Cultura*. Aguascalientes, México: Gobierno del Estado de Aguascalientes/Instituto Mora.

MÁRQUEZ ACEVEDO, S. (1997). *Edición facsimilar del Recreo de las familias*. México: UNAM.

PALACIO, C. (2005). *Catálogo de la hemerografía de Veracruz: 1795-1950*. México: Universidad de Guadalajara/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

—————. (2006). *Catálogo de la hemerografía de Jalisco, 1808-1950*. México: Universidad de Guadalajara/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

RUIZ CASTAÑEDA, M. C. et al. (1980). *El periodismo en México. 450 años de historia*. México: UNAM.

————— (1986). *El Iris*. Periódico crítico y literario por Linati, Galli y Heredia [Edición Facsimilar. Introd.]; *El Iris* primera revista literaria del México independiente e índice por Luis Mario Scheneider. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, Hemeroteca Nacional.

SÁNCHEZ SILVA, C. y RUIZ CERVANTES, F. (2005). *Catálogo de la hemerografía de Oaxaca: 1813-1953*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

SANDOVAL CORNEJO, M. L. (2005) Eduardo J. Correa, una vida para la escritura. *Horizontes Literarios en Aguascalientes. Escritores de los siglos XIX y XX*. Aguascalientes, México: UAA.

TOLA DE HABICH, F. (1994). [Edición facsimilar y estudio preliminar]. *El recreo de las familias*. México: UNAM.

## COMPARATIVO DE PROCESOS COGNITIVOS EN ADULTOS MAYORES QUE VIVEN EN ABANDONO Y GRUPOS DE INAPAM

Aidé Trinidad Vital Caballero<sup>1</sup>,  
María Carolina Haro Campos

**Palabras clave:** adultos mayores, envejecimiento, estado cognitivo, deterioro cognitivo, asilo de ancianos.

### INTRODUCCIÓN

El ser humano a lo largo de su vida pasa por diversas etapas, la última de ellas de envejecimiento, la que tal como lo establecen Barraza y Castillo (2006) ocurre por la consecuencia de una serie de factores internos y externos que interactúan sobre el organismo a lo largo del tiempo y determinan finalmente un debilitamiento del equilibrio que culmina con la muerte.

Rodríguez Daza (2011) afirma que: el envejecimiento es un proceso que se vive desde el nacimiento y se caracteriza por diferentes cambios en niveles físicos, mentales, individuales y colectivos. Estos cambios definen a las personas cuando ya están mayores, pero se debe ver como un proceso natural. Desde una perspectiva biológica, encontramos que en el envejecimiento todos los sistemas fisiológicos y las capacidades intelectuales, cognitivas y psicológicas empiezan a declinar.

Debido al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países. Entre 2000 y 2050, la proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará, pasando de 11% a 22%. En números absolutos, este grupo de edad pasará de 605 millones a 2,000 millones en el transcurso de medio siglo. El envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y el desarrollo socioeconómico, pero también constituye un reto para la sociedad que debe adaptarse a ello para mejorar al máximo la salud y capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y seguridad (OMS, 2015).

Acosta Ocampo (2011) informa que el mundo entero envejece. Es una verdad imposible de ocultar que los expertos llaman: una de las revoluciones más importantes del siglo XXI, por los grandes impactos en todos los sectores de la economía y de la sociedad. Las pirámides poblacionales de todos los países del mundo vienen sufriendo transiciones demográficas en su

---

1 Unidad Académica de Psicología, Universidad Autónoma de Zacatecas extensión Jalpa.  
Correo electrónico: aide.vital@gmail.com

composición desde hace más de 50 años, con un acelerado crecimiento en los últimos 20, cuando son más visibles las transformaciones en sus bases y vértices.

En México el envejecimiento de su población se hizo evidente a partir de la última década del siglo pasado. De 1990 a 2012 la proporción de niños y jóvenes en la población se redujo, mientras que la participación relativa de adultos mayores pasó de 6.2 % a 9.3 %, y se espera que en 2050 llegue a 21.5 % (INEGI, 2013).

Aunado al envejecimiento de la población se evidencia una preocupación por la población adulta mayor en situación de abandono, quienes en el mejor de los casos son integradas a asilos (instituciones de asistencia donde son alojadas algunas personas de edad avanzada). Becerra (2007) afirma que el sedentarismo es un riesgo dañino en el anciano, ya que la disminución de esfuerzo físico ocasiona numerosos males orgánicos, mentales y emocionales. La inactividad produce baja autoestima, ansiedad y tensión, que con los años ocasionan la pérdida de fuerza y flexibilidad mínimas para realizar las tareas diarias.

Al llevar a cabo prácticas académicas y profesionales estudiantes de psicología en técnicas grupales se acude tanto a asilos como a grupos del Instituto Nacional para las Personas Adultas Mayores (INAPAM), se ha identificando mayor deterioro motriz y cognitivo en personas institucionalizadas.

Dentro del asilo del municipio de Jalpa, Zacatecs, México, la atención que reciben los adultos mayores es de sus necesidades básicas, comida, limpieza y salud, más allá de esto no se les brinda ninguna otra atención, ni se realizan actividades constantes que les permitan mantener su cerebro activo. Muchos de ellos se pierden hasta en el día en que viven, pasan los días esperando que anochezca para ir a dormir y así van pasando sus días.

Es así como surge la inquietud de realizar un estudio comparativo de personas que viven en situación de abandono que están institucionalizadas (asilo) y personas que son independientes, que viven en sus hogares y asisten a los grupos de INAPAM. Para conocer el estado de sus procesos cognitivos y deterioro, y de esta manera tener una evaluación inicial para ver si es necesario la intervención a través de programas estimulación cognitiva, sobre todo con la población institucionalizada en la que se identifica mayor problemática al respecto.

## METODOLOGÍA

El tipo de estudio fue comparativo entre dos grupos de la tercera edad. Según Sampieri et al. (2006), en cuanto al alcance de la investigación es exploratoria, un objetivo diagnóstico y una forma de ejecución participativa no experimental.

Los participantes fueron 28 personas adultas mayores, divididas en dos grupos, fueron elegidas por un muestreo aleatorio simple, sin importar sexo y edad. En la tabla 1 se especifican las características de la muestra.

El instrumento utilizado fue el Mini Examen del Estado Mental -MMSE- (Folstein, 1975), es una prueba de *screening* estandarizado en México por la UdG dentro de las escalas cognitivas-conductuales. Es una prueba que tiene alta dependencia del lenguaje y consta de varios ítems relacionados con la atención. Evalúa los siguientes aspectos en 5 apartados: Orientación; Repetición inmediata; Atención y cálculo; Memoria y Lenguaje.

En cuanto al procedimiento, se acudió a las instalaciones del asilo y se aplicó el MMSE a la muestra seleccionada de adultos mayores, se registró tiempo de ejecución y las respuestas dadas por los adultos mayores, según el protocolo del minexamen. De igual manera, se acudió a 3 grupos de INAPAM (Parque, El Carmen y San Antonio), asignados por la coordinadora municipal de Jalpa, Zacatecas, para tomar los elementos de la muestra.

**Tabla 1.** Características de la muestra a la que se le aplicó el Mini Examen del Estado Mental (Folstein, 1975)

Grupo Características	Asilo	INAPAM
No. Personas	14	14
Edad	62-99 años	60-81 años
Género	5 masculinos y 9 femeninos	Totalidad femenina
Escolaridad	Nula o mínima (máximo 3 años de primaria)	

Se procedió a calificar e interpretar el minieexamen con base en el protocolo y la estandarización del MMSE. Para realizar un análisis más profundo se realizó una base de datos puntuando respuestas correctas/incorrectas de cada apartado del MMSE en el paquete estadístico SPSSv.20 para realizar una comparación de medias de los distintos apartados del minieexamen en ambos grupos. Para ver la significancia de los resultados se aplicó la distribución t de Student.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en todos los procesos cognitivos de los adultos mayores al hacer el comparativo de ambos grupos, se encuentra que los abuelos que viven en un contexto de abandono (asilo) puntúan su media en una interpretación de deterioro cognitivo, mientras que los que viven con su familia y asisten a los grupos de INAPAM tienen una capacidad cognitiva adecuada según los parámetros del MMSE. Los resultados se explicitan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Medias de puntajes obtenidos en los procesos que miden el MMSE y el puntaje e interpretación del minieexamen en cada grupo

Grupo		Asilo	INAPAM	Diferencia
Apartados del MMSE	Orientación	4.14	8.17	-4.03
	Repetición Inmediata	2.14	3.00	-0.86
	Atención y cálculo	2.57	3.87	-1.3
	Memoria	1.29	1.83	-0.54
	Lenguaje	5.57	7.91	-2.34
Puntaje obtenido en el mini examen		15.71	24.39	-8.64
Interpretación del MMSE		Deterioro cognitivo	Adecuada capacidad cognitiva	

El proceso de orientación, que es la capacidad que permite a la persona tener consciencia de su propia identidad y situarse en el tiempo y espacio (Zarragoitia, 2007), es el que mayor diferencia presenta. Los adultos mayores en contexto de abandono presentan una media de 4.14, que significa 38.57% de respuestas correctas, mientras que los del grupo de INAPAM tienen una media de 8.17, que es 81.73% de respuestas correctas, con una diferencia de más 40 puntos porcentuales.

Por otro lado, el proceso cognitivo en el que se presentó menor diferencia es la memoria con una diferencia de -0.54, que significa 18% de diferencia entre respuestas correctas entre grupos (sigue siendo un resultado significativo). Las diferencias entre los procesos cognitivos en ambos grupos son notorias, en la figura 1 se puede apreciar de manera visual esta diferencia.

Sáenz de Miera Cuatlayol (2012) establece que el ser humano es un ser integral que requiere de la estimulación necesaria para aumentar sus potencialidades y así disminuir las deficiencias que presente. Así, los adultos mayores requieren de estimulación, la cual permita aumentar sus potencialidades y no permitir el avance de déficits. Los



**Figura 1.** Gráfico comparativo de los procesos cognitivos en adultos mayores que viven en contexto de abandono (asilo) y grupos de INAPAM.

adultos mayores del asilo de Jalpa carecen de estimulación cognitiva por su situación de abandono, ya que por el simple hecho de ser adultos mayores cambia la percepción que se tiene hacia ellos, se piensa que ya no pueden realizar muchas cosas, que ya no pueden ser independientes, en ocasiones se quiere hacer todo por ellos y se evita de esta manera ejercitar sus capacidades y habilidades.

Sin embargo, estos aspectos son menos comunes en personas mayores que acuden a los grupos de INAPAM, ya que dichas personas por lo regular son personas que viven en sus hogares, muchos de ellos solos, hecho que les permite realizar actividades en su vida diaria que ayudan a estimular su cuerpo tanto física como mentalmente y esto les permite tener mayor actividad mental y menor deterioro debido al uso continuo de sus capacidades.

Además, se observa que en el asilo no se implementa ninguna actividad, taller o programa que permita a los adultos mayores mantenerse activos cognitivamente, tienen mucho tiempo libre y no existen actividades a las que ellos puedan dedicarse. El adulto mayor con algún deterioro cognitivo puede beneficiarse con la estimulación cognitiva, es evidente como primer resultado una mejora en la calidad de vida y disminuye así el riesgo a que este deterioro empeore.

## CONCLUSIONES

Se cree que la diferencia que se muestra entre un grupo y otro se debe a las distintas actividades que realizan sus miembros, ya que dentro del asilo las personas se encuentran bajo el cuidado de otros y no realizan actividades de manera independiente. Como las personas que asisten a INAPAM, debido a que ellos aún se valen por sí mismos y se encargan de sustentar sus necesidades básicas, hecho que permite que sus procesos cognitivos sigan ejercitándose y no se presente tanto deterioro en ellos, lo que concuerda con Becerra (2007), que afirma que el sedentarismo es un riesgo dañino en el anciano, ya que la disminución de esfuerzo físico ocasiona numerosos males orgánicos, mentales y emocionales.

De esta manera, se puede afirmar que en un contexto de abandono se sufre mayor deterioro en los procesos cognitivos de los adultos mayores y se comparte la preocupación de Osorio Cruz (2007), que refiere que la sociedad no ha tomado conciencia de que el abandono al adulto mayor crecerá de igual manera que aumentará la cifra de aquellos que padecen demencia senil.

Quedan pendientes análisis más profundos integrando otras variables que este estudio no tomó en cuenta por ser exploratorio, como la edad, escolaridad, enfermedades sistémicas y degenerativas, la ingesta de medicamentos y diagnóstico previo de discapacidades, con el fin de aseverar que los adultos mayores que viven en contexto de abandono pueden llegar a sufrir más fácilmente deterioro cognitivo que los adultos que viven con sus familias.

Se considera de vital importancia desarrollar e implementar programas de estimulación cognitiva en esta edad, sobre todo con aquellas personas que se encuentran institucionalizadas, para que puedan mantenerse activas cognitivamente, evitar el deterioro y la aparición de demencias como el Alzheimer, que afectan la vida de las personas y dificultan el cuidado a los que están a cargo de ellas en el asilo.

## REFERENCIAS

- ACOSTA OCAMPO, I. (2011). *El sentido de la vida humana en adultos mayores enfoque socioeducativo*. Tesis inédita de doctorado. MÉXICO: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- BARRAZA, A. y CASTILLO, M. (2006). *El envejecimiento*. (Tesis inédita de maestría). Chile: Universidad Austral de Chile.
- BECERRA, D. (2007). *Opinión del adulto mayor con relación a su estancia en un asilo*. *Rev. Enferm. Inst. Mex. Seguro Soc.*, 15(1): 33-37.
- OSORIO CRUZ, G. (2007). *Abandono del adulto mayor en la casa de la tercera edad dependiente del sistema DIF Hidalgo*. Tesis inédita de licenciatura. Pachuca de Soto, Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- RODRÍGUEZ DAZA, D. (2011). *Vejez y envejecimiento*. Colombia: Editorial Universidad del Rosario.
- SÁENZ DE MIERA CUATLAYOL, F. (2012). *El adulto mayor*. Tesis inédita de licenciatura. San Miguel de Allende, Guanajuato, México: Casa de retiro para el adulto mayor.
- SAMPIERI, R. et al. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ª. ed). México: McGraw-Hill.

### Dictiotopografía

- ELBER TAFUR, J. (2011). *Libro de estimulación cognitiva*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/57146952/Libro-Estimulacion-Cognitiva-Completo>
- FOLSTEIN et al. (1975). Validado por Lobo et al (1979-94). Recuperado de <http://www.hipocampo.org/folstein.asp>
- LA CRÓNICA (27 de septiembre del 2013). *10.9 millones de adultos mayores en México: INEGI*. Recuperado de <http://www.cronica.com.mx/notas/2013/785717.html>
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2015). *Datos interesantes acerca del envejecimiento*. Recuperado de: <http://www.who.int/ageing/about/facts/es/>
- ZARRAGOITIA, A. (2007). Lo cognitivo en la ancianidad. *Revista Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica*, 2, 43-45. Recuperado de [www.alcmeon.com.or/14/54/07\\_Alonso.pdf](http://www.alcmeon.com.or/14/54/07_Alonso.pdf)

## ESTADO NUTRICIO ASOCIADO A LA PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA EN ADULTOS MAYORES ADSCRITOS A UN HOSPITAL DE SEGUNDO NIVEL DEL ESTADO DE ZACATECAS

Roxana Araujo Espino<sup>1</sup>, Perla María Trejo Ortiz, Fabiana Esther Mollinedo Montaña, Juanita Solís Díaz

**Palabras clave:** nutrición, movimiento físico, personas maduras.

### INTRODUCCIÓN

El rápido descenso en la fecundidad y mortalidad, asociado al incremento de la expectativa de vida en México, ha traído como consecuencia una transición demográfica con el gradual envejecimiento de la población. Según reportes del Consejo Nacional de Población (CONAPO) en 2010 la población de adultos mayores (AM) fue de 9.67 millones, se espera que en 2025 sea de 18.08 millones y para 2050 alcance 35.96 millones, donde 1 de cada 4 habitantes será considerado AM.

En el estado de Zacatecas, de acuerdo al Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2010), la población total es de 1,490,668 habitantes; de ellos 763,771 son mujeres y 726,897 hombres. De los mismos 132,025 son AM, lo que representa 9.8% y se estima que se duplicará en los próximos 25 años debido a causas como la migración y el despoblamiento. Además se estima que el estado de Zacatecas tiene una población sobrevejecida (casi 10%), ya que ocupa el segundo lugar en la República Mexicana, solo por debajo del Distrito Federal (9.9%) y se encuentra arriba de Oaxaca, que tiene 9.7%. Ante esta transición los objetivos fundamentales en salud son mantener al AM en medida de lo posible sano y funcional, retardar el deterioro físico y cognoscitivo, evitar el desarrollo de enfermedades crónicas y mantener el control óptimo de las mismas (Woo, 2011).

Sin embargo, existen diversos factores que contribuyen a la morbilidad y calidad de vida de los AM, como el estado nutricional, que es definido como la condición que resulta del consumo, digestión y utilización de nutrimentos y se utiliza para determinar la situación nutricional de los individuos. En el caso de los AM, el estado nutricional es considerado fundamentalmente en el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas y neoplásicas, siendo estas las principales causas de muerte. Al perderse el equilibrio entre la ingestión de nutrientes y los requerimientos, el resultado se manifestará como malnutrición con consecuencias perjudiciales como: disminución de la masa magra con alteraciones del funcionamiento muscular, deterioro del estado funcional, disminución de la masa ósea, disfunción del sistema inmune, anemia, deterioro cognoscitivo, etc. (Ahmed & Haboubi, 2010; Elia, 2009; Raynaud, Revel & Hébuteme, 2011).

1 Unidad Académica de Enfermería, Área de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Zacatecas. Correo electrónico: araujo\_navar@hotmail.com



De acuerdo con Raynaud et al. (2011) la prevalencia de malnutrición en los adultos mayores va de 4 a 10% en los que viven en su domicilio, de 15 a 38% en los que están asilados y de 30 a 70% en los hospitalizados. Proveer a los AM de una dieta suficiente y atractiva, que contenga todos los nutrientes, y promover el ejercicio regular, favorecerá el incremento de masa muscular en el AM y, por ende, su calidad de vida (Guía Práctica Clínica, 2014).

Otra de las prácticas afectadas durante la vejez es la actividad física, que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014) es definida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exige gasto de energía, debe ser una actividad planificada, estructurada y repetitiva. Se estima que 60% de las personas mayores de 65 años no participan regularmente en actividades físicas, lo que favorece el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (enfermedades cardiovasculares, hipertensión, obesidad, osteoporosis, diabetes mellitus y salud mental) en este grupo poblacional. La actividad física en los adultos mayores contribuye a mejorar la flexibilidad, fuerza, coordinación, equilibrio y estabilidad postural, mejora la autoestima, retrasa el deterioro cognitivo y propicia una mejor integración social, además contribuye a retrasar y prevenir las consecuencias del envejecimiento (Landinez, Contreras & Castro, 2012).

Por otro lado diversos, estudios han reportado que la dieta y la nutrición unida a la práctica de actividad física representan el potencial más accesible para la prevención y retardo de la pérdida de las funciones y capacidades funcionales que acompañan al proceso de envejecimiento y comprometen su condición física (Roserberg, 1996). Sin embargo, no se ha particularizado suficientemente la relación entre la actividad física y el estado nutricional, ya sea por exceso o defecto. Por todo lo anteriormente descrito, el presente estudio tuvo como objetivo examinar la asociación entre el estado nutricional y la práctica de actividad física en adultos mayores que acuden a la consulta externa de un hospital público de estado de Zacatecas.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, correlacional, comparativo y de corte transversal (Polit & Hungler, 2000). La población de interés estuvo integrada por todos los AM de 60 años y más derechohabientes del Hospital General ISSSTE de la Ciudad de Zacatecas entre septiembre-diciembre del 2014, los cuales fueron 33,796 AM. La muestra se calculó para 95% de confiabilidad y un margen de error de .05, lo que dio como resultado 220 pacientes distribuidos en 20 consultorios de la consulta externa. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Se excluyeron AM que padecieran ceguera, sordera y que estuvieran mudos o alguna otra enfermedad que les impidiera contestar los instrumentos de medición.

El estado nutricional de los AM fue valorado mediante el *Mini Nutritional Assessment* (MNA), el cual consta de 17 preguntas como: ¿Ha perdido el apetito?, ¿Ha comido menos por falta de apetito, problemas digestivos, dificultades para masticar o tragar en los últimos 3 meses?, entre otras. Este instrumento permite identificar o clasificar a los AM en riesgo nutricional y a los que deberían ser intervenidos de acuerdo con normas programáticas establecidas. El posible puntaje oscila entre 17 y 30 puntos, donde menor de 17 puntos es malnutrición, de 17-23.5 puntos riesgo de malnutrición y de 24-30 puntos sin desnutrición.

La práctica de actividad física se midió a través de Cuestionario de Actividad Física para personas mayores de 60 años modificado por Baecke, Burema y Frijters (1982). Se compone de tres sub escalas: actividades caseras, actividades físicas o deportivas y actividades de ocio. En la primera subescala sobre actividades caseras, las respuestas se evalúan a través de una escala numerada de 0-3, donde 0 significa "Nunca realizo la tarea" y 3 "Siempre realizo la tarea". Las escalas de actividades físico-deportivas y de ocio son abiertas y se clasifican de acuerdo con un

código de intensidad que aporta el cuestionario y que se basa en el costo energético de las actividades de Binck. Ambos apartados constan de tres ítems de puntuación: 1) Intensidad; Serie de 9 números determina la carga de trabajo realizado en función de los movimientos requeridos por la actividad descrita (empezando por una puntuación mínima de 0.028 que corresponde a las actividades que se realizan tumbados y sin movimiento de brazos y piernas, hasta alcanzar el valor máximo de 1.890); 2) Horas por semana: es la serie de nueve números de este ítem tiene como finalidad determinar el tiempo semanal que se dedica a la actividad (la puntuación menor, que 0 es de 0.5, corresponde a menos de una hora a la semana y la mayor, de 8.5 a más de 8 horas por semana) y 3) Meses al año; este ítem está compuesto por una serie de cinco puntuaciones que determina el número de meses que la persona realiza la actividad a lo largo del año (la puntuación mínima, 0.04, corresponde a menos un mes al año y la máxima, 0.92, a más de 9 meses). En la primera subescala se calcula el valor final sumando las puntuaciones de cada uno de los ítems y dividiendo el valor final entre 10. La subescala de actividades de ocio y físico-deportivas se calcula a partir de más fórmulas simples que aparecen al final de cada una de ellas. La suma de puntuaciones totales de cada subescala, con extremos técnicos entre 0 y 47.56, determina el grado de sedentarismo, entre 9-16 sedentarios moderados y por encima de 16 activos.

Antes de iniciar con la recolecta de los datos se solicitó autorización de las autoridades correspondientes del Hospital General ISSSTE de la Ciudad de Zacatecas. Una vez obtenida la autorización se acudió al servicio de consulta externa, donde se solicitó el listado de los AM programados (fecha y horario de la cita). Una vez ubicado al AM se le invitó a participar en la investigación, se le explicó el propósito de la investigación, así como los riesgos (no existieron riesgos dado que solo se aplicó una encuesta de lápiz) y beneficios (mejorar el estado de salud y calidad de vida del AM) al participar. Cada AM recibió el consentimiento informado por escrito, donde resaltaba la libertad de participar, la confidencialidad de la información, y la posibilidad de retirarse del estudio en cuanto lo decidiese, tal como lo señala el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Seres Humanos (1987). Enseguida se aplicaron los cuestionarios y finalmente se verificó el correcto llenado de los mismos y se agradeció su participación.

Los datos fueron capturados y analizados en el paquete estadístico SPSS versión 22. Se obtuvieron datos descriptivos por medio de frecuencias y proporciones para las variables categóricas, así como medidas de tendencia central y de dispersión para las variables numéricas. Para determinar la distribución de las variables se aplicó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, dando como resultado que la variable dependiente rechaza la hipótesis de normalidad ( $p < .05$ ), por lo que se decidió el uso de pruebas no paramétricas. Para el objetivo de la investigación se utilizó la correlación de Rho de Spearman.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto al sexo, 50% de los participantes fueron hombres y la misma proporción fueron mujeres, con una media de edad de 72.76 años ( $DE = 9.02$ ), 40% con primaria incompleta. El estado civil que predominó fue el de casados (as) con 63.2%. Al indagar sobre la ocupación de los AM se encontró que en su mayoría de dedicaban a la labor doméstica (40.5%), con un ingreso mensual de \$ 4637.65 pesos ( $DE = 4441.97$ ) y 59.1% de los AM vivían con su cónyuge.

Al valorar el estado nutricional de los AM se encontró que 48.2% tiene riesgo de malnutrición y 11.8% presentó malnutrición. Dato similar a lo reportado por Calderón, Gómez, García, Ibarra y Rodríguez (2010) en su estudio realizado a 157 AM de Morelia Michoacán, donde encontraron que un poco más de la población estudiada presentó riesgo de malnutrición. Durante la vejez se producen ciertas alteraciones en los órganos sensoriales, tales como la disminución del gusto y de la salivación, problemas de la masticación (pérdida dentaria) y en la deglución, alteraciones de la motilidad gastrointestinal e hipoclorhidria, lo que puede estar asociado a la desnutrición en esta población (tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación del estado nutricional de los AM

Variable	F	%
Sin desnutrición	88	40.0
Riesgo de malnutrición	106	48.2
Malnutrición	26	11.8

Fuente: MNA  $n=220$ .

Con respecto a la práctica de AF de los AM, se encontró que 33.6% de ellos realizan trabajos ligeros con o sin ayuda, 43% nunca realiza trabajos pesados en casa, 48% arregla o limpia su casa y 43% menciona que nunca sube escaleras. Con relación a las actividades deportivas o de ejercicio físico, sólo 47.3% realiza caminata y el resto no realiza ninguna actividad deportiva o ejercicio; es decir, son sedentarios. Hallazgo que es similar a lo reportado por Ávila (2004) en AM de Matamoros, Tamaulipas, quien encontró que la práctica de AF disminuye notablemente conforme avanza la edad. Este resultado puede estar asociado a que durante la vejez aumenta la prevalencia de problemas de salud general (enfermedades crónico-degenerativas) y no solo los propios del envejecimiento, lo que limita esta práctica en los AM.

Al asociar el estado nutricional con la práctica de actividad física de los AM, se encontró una relación positiva y significativa entre las actividades físicas caseras (aseo de la casa, subir escaleras, salir de compras, etc.) y el estado nutricional de los AM ( $r_s = .266^{**}$ ,  $p = .000$ ) lo que se interpreta como que a mejor estado nutricional de los AM, mejor es el desarrollo de sus actividades dentro del hogar. Este hallazgo probablemente se debe a que el ofrecer una alimentación en donde se toman en cuenta las necesidades de textura, nutrientes, sabor y sencillez de preparación de los alimentos se motiva al AM para mantener el placer de comer y de esta forma mejora su nutrición y podrá realizar más actividades dentro del hogar (tabla 2).

**Tabla 2.** Correlación de Rho de Spearman para variables de estudio

Variable	1	2	3	4
Puntuación del MNA	1			
Actividades físicas caseras	.266** .000	1		
Actividades físicas deportivas	.099 .258	.321** .000	1	
Actividades físicas de ocio	1.17 .219	-.228 .112	.427** .003	1

Fuente: MNA y CAF  $n=220$ .

## CONCLUSIONES

Los resultados revelan con claridad que más de la mitad de los AM entrevistados presentan riesgo de malnutrición y malnutrición, además casi este mismo porcentaje no realiza actividad física, por lo que dentro de las prioridades del sector salud se debe incluir una valoración integral del adulto AM, y proponer programas encaminados a mejorar el estado nutricional de los AM; así como mejorar su práctica de actividad física y con esto eliminar y/o controlar las enfermedades crónico-degenerativas en este grupo poblacional.

## REFERENCIAS

- AHMED, T. & HABOUBI, N. (2010). Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clinical Interventions in Aging*, 5, 207-216.
- BAECKE., J.A., BUREMA, J. & FRIJTERS., J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*, 36, 936-942.
- CALDERÓN REYES, M. E., IBARRA RAMÍREZ, F., GARCÍA, J., GÓMEZ ALONSO, C. & RODRÍGUEZ OROZCO, A. R. (2009). Evaluación nutricional comparada del adulto mayor en consultas de medicina familiar. *Nutr Hosp*, 25(4): 669-675.
- ELIA, M. (2009). The economics of malnutrition. *Nestle Nutr Workshop Ser Clin Perform Programme*, 12, 29-40.
- LANDINEZ PARRA, N. S., CONTRERAS VALENCIA, K. y CASTRO-VILLAMIL, Á. (2012). Proceso de envejecimiento ejercicios y fisioterapia. *Rev.Cub. de Salud Pública*, 38(4): 562-580.
- RAYNAUD SIMONS, A., REVEL DELHOM, C. & HÉBUTEME, X. (2011). French nutrition an health program, frenche health high authority. Clinical practice guidelines from the french health high authority: nutritional support strategy in protein-energy malnutrition in the ederly. *Clin Nutr*, 30, 312-319.
- ROSERBERG, I. H. (1996). Malnutrition and chronic disease in the elderly. *Nutr Rev*, 54(1): S5-S6.
- RUBENSTEIN, L. Z., HARKER, J. O., SALVA, A., GULGOZ, Y. & VELLAS, B. (2001). Screening for undenuitration in geriatric practice: Developing the short-form Mini Nutritional Assessment (MNASF). *J Geront*, 56ª: M366-377.
- WOO, J. (2011). Nutritional strategies for seccessful aging. *Med Clin N AM*, 95, 477-493.

### Dictiotopografía

- CENETEC (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud) (2014). *Guía de Práctica Clínica Evaluación y seguimiento nutricional del adulto mayor en el primer nivel de atención*. Recuperado el 20 de julio de 2014, de <http://www.cenetec.salud.gob.mx>
- CONAPO (Consejo Nacional de Población y Vivienda) (2010). Recuperado el 12 de junio de 2014, de <http://www.conapo.gob.mx>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2010). *Censo nacional de población*. Recuperado el 14 de junio de 2014, de <http://www.inegi.org.mx/>.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2014). *Actividad física*. Recuperado el 1 de marzo de 2016, de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>

## ASOCIACIÓN ENTRE LOS ESTILOS DE CRIANZA PARENTAL Y EL EXCESO DE PESO EN ESCOLARES

Perla María Trejo Ortiz<sup>1</sup>, Esther Revilla Belmontes, Patricia Sánchez Vidaña, Lucía Elena Araiza Ibarra, Roxana Araujo Espino, Fabiana Esther Mollinedo Montaña

**Palabras clave:** obesidad, niños, crianza parental.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente el sobrepeso y la obesidad representan uno de los problemas de salud pública mundial más graves del siglo XXI (Lara, 2011). Se reporta que en todo el mundo existen 42 millones de escolares que sufren de exceso de peso, de los cuales 35 millones viven en países en desarrollo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015). En México, de acuerdo con los reportes de la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 34.4% de niños en edad escolar presenta sobrepeso u obesidad. En Zacatecas, las prevalencias registradas indican que el sobrepeso alcanza 16.8% y la obesidad 10.5% en este grupo etario (Instituto Nacional de Salud Pública & Secretaría de Salud, 2012).

Se ha observado que un niño con exceso de peso tiene mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles, esto sin considerar la discriminación social y las dificultades para relacionarse con los demás niños (OMS, 2010). Además, la probabilidad de ser un adulto obeso cuando se ha sido un niño con sobrepeso u obesidad, oscila desde 40% hasta 70% (Nieto, 2013).

En la actualidad los estilos de vida, especialmente la alimentación y la actividad física, han cobrado especial relevancia para explicar la génesis de esta malnutrición por exceso. Durante los primeros años, los padres juegan un papel importante en el desarrollo de las conductas de alimentación y ejercicio de los hijos. Hay variables en el entorno familiar que pueden afectar el comportamiento alimenticio de los niños y en última instancia su peso, entre las cuales están las conductas alimentarias de los padres, los alimentos puestos a disposición de los niños y las estrategias de alimentación utilizados (Ortiz, 2011).

En función de lo anterior, se considera que los estilos de crianza que ocupan los padres en sus hijos cobran especial relevancia, pues de estos depende la flexibilidad o rigidez para controlar el estilo de vida que lleva el hijo (Mendoza, 2013). Estudios realizados en Estados Unidos, México, Venezuela y España, han asociado el estilo de crianza con la calidad de vida y funcionamiento

1 Unidad Académica de Enfermería, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: perlu11@yahoo.com.mx

familiar, las motivaciones sociales o el estilo de alimentación (Mendoza, 2013; Navarrete & Ossa, 2013). Con respecto a este último se reporta que estilos de crianza permisivos se traducen en una alimentación inadecuada (Bonilla & Pesquera, 2014).

El presente trabajo tuvo por objetivo identificar los estilos de crianza parental y el exceso de peso en escolares, así como la asociación entre dichas variables en alumnos de una primaria pública del municipio de Guadalupe, Zacatecas.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, correlacional, comparativo y transversal. La muestra se calculó para un total de 420 diadas de escolares y/o padre o madre, con nivel de significancia de 95% y margen de error de .05, lo que dio un total de 207 diadas, seleccionadas por muestreo probabilístico estratificado por grado escolar y sexo, en una escuela primaria pública de Guadalupe, Zacatecas. Se excluyeron aquellos niños que rebasaron los 13 años, que contaran con algún impedimento para tomar medidas antropométricas o que tuvieran alguna enfermedad que alterara su peso corporal.

Para medir la variable de interés se utilizó el Cuestionario de Prácticas Parentales (*Parenting, Practices Questionnaire*) de Robinson de 1995, previamente validado en población mexicana (Gaxiola, Frías, Cucamba, Franco & Olivas, 2006). Consta de 55 ítems, divididos en tres estilos de crianza que son autoritativo, con cuatro subescalas: involucramiento con 11 preguntas (4, 31, 2, 10, 33, 7, 25, 19, 1, 4 y 37), razonamiento con 5 preguntas (14, 23, 27, 40 y 51), participación democrática con 4 preguntas (20, 29, 46 y 53) y bien portado con 5 preguntas (5, 12, 16 y 49); el autoritario, con cuatro subescalas: la hostilidad verbal con 4 preguntas (11, 21, 30 y 42), castigo corporal con 5 preguntas (3, 55, 17, 35 y 41), estrategias punitivas con 6 preguntas (8, 24, 26, 45, 52 y 54) y poca directividad con 3 preguntas (38, 15 y 48), por último, el permisivo o negligente con tres subescalas: falta de supervisión con 6 preguntas (9, 18, 32, 36, 39 y 47), carencia de confianza con 3 preguntas (22, 28 y 50) e ignorar el mal comportamiento con 4 preguntas (6, 13, 34 y 43). Todas las preguntas se calificaron del 1 a 4 y las opciones de respuesta fueron (1= nunca, 2= algunas veces, 3= casi siempre y 4= siempre) además se calcularon índices del 0 al 100 donde el mayor puntaje indicaba el estilo de crianza ocupado para educar a los hijos.

A este cuestionario se agregaron datos sociodemográficos y antropométricos tales como edad de la madre y padre, escolaridad de la madre y padre, principal responsable del cuidado del hijo, sexo del hijo, número de hijo que ocupa el escolar, edad, talla y peso del niño, éstas últimas dos variables medidas siguiendo la técnica establecida previamente. Con ambas medidas se procedió a calcular el IMC y posteriormente los percentiles clasificados con la propuesta de la OMS (2010), según la cual un percentil de 3 a 85 se considera normal, entre el 86 y 95, sobrepeso, y más de 95, obesidad.

La selección de los participantes se realizó a través de los listados de alumnos inscritos en la primaria seleccionada. Se programó una reunión con los padres de familia, donde se les dieron a conocer los objetivos de la investigación y una explicación detallada de la misma, se les garantizó el anonimato y confidencialidad de la información. A quienes aceptaron participar se les dio a firmar el asentimiento informado para los niños y el consentimiento informado para los padres, tal como lo estipula la Ley General de Salud en materia de investigación en seres humanos (Secretaría de Salud, 1987). Al final se tomaron medidas antropométricas.

El procesamiento de la información se realizó en el paquete estadístico SPSS versión 20. A través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov se determinó distribución no normal de los datos, por lo que se decidió el uso de estadística no paramétrica. La asociación entre las variables se determinó por medio del coeficiente de correlación de Spearman, las comparaciones se realizaron con las pruebas H de Kruskal-Wallis o U de Mann-Whitney.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La escolaridad de mayor prevalencia en las madres fue nivel licenciatura con 37.2%, mientras que en los padres fue de 37.7%, 69% de los padres eran empleados, al igual que 42.5% de las madres; la media de edad de la madre fue de 36.19 años (DE = 7.14) años; en el padre fue de 37.94 años (DE = 11.35); en cuanto al número de hijos la media fue de 2.48 y (DE = .98); en el 58.9% de los casos la madre era la cuidadora del hijo. En relación con los escolares, 43% eran del sexo masculino y 57% del sexo femenino.

Al evaluar las características antropométricas del niño, se encontró que 58.9% presentó peso normal, 20.8% sobrepeso y 11.1% obesidad, resultado similar a lo reportado por Álzate (2012), quien en su estudio encontró cifras semejantes de sobrepeso y obesidad en los niños de 8 a 10 años. Lo anterior pudiera derivar en que probablemente, a no muy largo plazo, esta población tendrá un mayor factor de riesgo para padecer enfermedades crónicas no transmisibles, esto sin considerar el riesgo de sufrir exceso de peso en la vida adulta.

Al calcular el índice del 0 al 100 para cada uno de los estilos de crianza parental y sus dimensiones, se encontró que el estilo que más prevaleció en la población encuestada fue el autoritativo, específicamente el razonamiento ( $X = 75.04$ ), como se muestra en la Tabla 1. Este dato coincide con Mendoza (2013), quien señala a este tipo de crianza parental como el de mayor prevalencia entre los padres de niños escolares. Se considera que este estilo de crianza favorece a los hijos en forma positiva para su desarrollo creando escolares competentes, independientes, seguros, con una autoestima alta y que a su vez son capaces de valerse por sí mismos.

**Tabla 1.** Estilos de crianza parental en los padres de niños en edad escolar

Variable	$\bar{X}$	Md	DE	Mínimo	Máximo
<b>Estilo autoritativo</b>	68.10	69.44	16.47	20.83	98.61
Envolvimiento	72.4	75.75	17.12	30	100
Razonamiento	75.04	73.33	18.78	13.33	100
Participación democrática	46.90	50.00	24.41	00	100
Relaciones amistosas	68.67	75.00	19.67	8.33	100
<b>Estilo autoritario</b>	30.51	29.62	14.23	3.70	83.73
Hostilidad verbal	32.93	33.33	15.66	00	100
Castigo corporal	20.12	20.00	14.90	00	80
Estrategia punitiva	33.49	33.33	23.62	00	83.33
Poca directividad	38.64	33.33	17.71	00	89
<b>Estilo permisivo o negligente</b>	49.74	48.71	11.78	17.95	76.92
Carencia de confianza	61.83	55.55	20.17	11.11	100
Ignoro mal comportamiento	29.95	25.00	16.86	00	75
Falta de supervisión	56.89	55.55	12.34	22.22	89.89

Fuente: Cuestionario estilos de crianza parentales  $n = 207$ .

Por otro lado, se encontró una relación positiva débil entre la participación democrática ( $r = .16, p = .02$ ) y el estilo de crianza autoritativo con el IMC del escolar medido en percentiles ( $r = .14, p = .03$ ); lo que significa que entre más democráticos sean los padres con sus hijos y presentan un patrón controlador pero flexible es más probable que los niños presenten un mayor IMC (tabla 2). Lo anterior quizá asociado a que cuando los padres presentan un patrón controlador pero flexible permiten que el niño consuma los alimentos de su preferencia, sin importar lo saludable que estos puedan resultar, lo que puede desencadenar exceso de peso entre los escolares. De cara a este hallazgo es importante educar a los padres con respecto al uso del razonamiento complementándolo con expectativas

claras acerca del consumo de los alimentos, dejando claro que el ambiente que rodea a sus hijos dentro de los centros escolares, amerita que ellos aprendan a distinguir alimentos saludables de aquellos que no lo son.

**Tabla 2.** Correlación de Pearson para asociación entre los estilos de crianza parental y el índice de masa corporal en el escolar

<i>Estilo de crianza</i>	<i>IMC en percentiles</i>
Autoritativo	.165*
Participación democrática	.141*

\* $p < .05$ .

Al comparar los estilos de crianza parental de acuerdo con variables sociodemográficas de los padres y el escolar, se encontraron diferencias significativas de acuerdo con la escolaridad del padre y personal que fungía como principal cuidador del hijo ( $p < .05$ ). En general los resultados evidencian que los padres con doctorado son más permisivos y establecen relaciones de poca confianza con sus hijos en comparación con los de menor escolaridad ( $X = 94.4$  vs.  $X \leq 69.13$ ); igualmente cuando son los padres los principales cuidadores del hijo se construye una crianza de mayor razonamiento ( $X = 94.4$  vs.  $X \leq 79.39$ ), como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Estilos de crianza parental de acuerdo con variables sociodemográficas de padres y escolar

<i>Estilo de crianza</i>	<i>Variable</i>	$\bar{X}$	<i>H</i>	<i>Valor de p</i>
Carencia de confianza	Escolaridad del padre (doctorado)	94.44	12.7	.02
Permisivo o negligente	Escolaridad del padre (doctorado)	54.84	12.7	.02
Razonamiento	Principal cuidador del hijo (padre)	94.44	11.23	.01
Participación democrática	Principal cuidador del hijo (otra persona)	68.18	11.31	.01
Poca directividad	Principal cuidador del hijo (padres y abuelos)	44.4	8.30	.04

\*H= Valor de la prueba Kruskal-Wallis.

Nota: sólo se presenta el promedio de los puntajes más altos.

## CONCLUSIONES

Los patrones de crianza que ocupan los padres con sus hijos pueden ser un factor que impacte en el peso del niño, por lo que la relación entre dichas variables debe continuar en estudio. La dinámica de vida actual condiciona estilos de crianza que favorecen poca confianza entre padre e hijo y la permisividad. A pesar que el estilo de crianza autoritativo es el que promueve un mejor desarrollo del niño, parece que también se asocia con un mayor IMC del hijo, por lo que sería interesante valorar su relación con los estilos de alimentación en futuras investigaciones.



## REFERENCIAS

- GAXIOLA, J., FRÍAS, M., CUCAMBA, N., FRANCO, J. y OLIVAS, L. (2006). Validación de un cuestionario de prácticas parentales en una población Mexicana. *Enseñanza en investigación en Psicología*, 11(1): 121-124.
- LARA, B. (2011). Percepción materna de sobrepeso-obesidad infantil y riesgos de salud. *Salud Pública de México*, 53(3): 258-263.
- MENDOZA, A. (2013). Estilos de crianza parentales de la infancia como factor de predisponencia motivacional. *Psicología para América Latina*, 24, 5-18.
- NAVARRETE, L. y OSSA, C. (2013). Estilos parentales y calidad de vida familiar, en adolescentes con conductas disruptivas. *Ciencias Psicológicas*, 1(7): 19-37.

### Dictiotopografía

- ÁLZATE, T. (2012). *Estilos educativos parentales y obesidad infantil*. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/24285/TESIS%20EEP-Obesidad%20Infantil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BONILLA, S. y PESQUERA, K. (2014). *Tipo de crianza en las madres y hábitos alimenticios en los niños de 4 a 24 años de edad*. Recuperado de [www://ri.uaemex.mx/bitstream/123456789/14502/1/411444.pdf](http://www://ri.uaemex.mx/bitstream/123456789/14502/1/411444.pdf)
- INSP (Instituto Nacional de Salud Pública)–SSA (Secretaría de Salud) (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012*. Recuperado de <http://ensanut.insp.mx/>
- NIETO, D. (2013). *La obesidad infantil medicina estética*. Recuperado de <http://institutmedicdmieto.com/blog/obesidad-infantil/>
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2010). *Tabla de percentiles y crecimiento según el sexo y edad del hijo*. Recuperado de [www.mipediatraonline.com/tablas-de-percentiles-de-la-oms/](http://www.mipediatraonline.com/tablas-de-percentiles-de-la-oms/)
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2015). *Estadísticas de sobrepeso y obesidad*. Recuperado de [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/)
- ORTIZ, R. (2011). *Estilos maternos relacionados con la composición corporal de los hijos preescolares y escolares*. Recuperado de <http://eprinst.uanl.mx/20653/1/1080049560pdf>
- SSA (Secretaría de Salud) (1987). *Reglamento de la Ley general de salud en materia de investigación en seres humanos*. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html>

## EL DISEÑO GRÁFICO.

### Las transformaciones tecnológicas de una profesión creativa

Mónica Susana De la Barrera Medina<sup>1</sup>

**Palabras clave:** profesión, oficios, desarrollo tecnológico, apropiación de conocimientos.

## INTRODUCCIÓN

El diseño gráfico está inmerso en las transformaciones tecnológicas de una profesión creativa, requiere de habilidades y capacidades para comunicar visualmente una amplia gama de valores sociales, comerciales, políticos y culturales, tratando de comprender las necesidades de sus diversos clientes. Esta profesión ha tenido modificaciones radicales, incluso desde su reconocimiento como profesión, surgiendo primeramente como un oficio vinculado a las imprentas, o como el arte de trabajos publicitarios, y que con el paso del tiempo se ha ido diversificando y expandiendo en su mercado, resultado también de constantes cambios tecnológicos utilizados para su producción.

Esta investigación parte de la visión antropológica al diseño gráfico, que permite conocer su evolución y construcción como profesión en México, se interesa también en dar cuenta de sus posibilidades de producción y del espacio laboral que ocupa. Se centra en entender y analizar las transformaciones tecnológicas de una profesión creativa, la sustitución o desplazamiento de sus actores, desde el trabajo de *oficio*, hasta el surgimiento de *diseñadores gráficos* con estudios universitarios. Investiga los aprendizajes y saberes que estos han tenido en el uso de diversas herramientas para su trabajo y de cómo han incidido las nuevas herramientas tecnológicas en su quehacer. Los cuatro aspectos que se discuten sobre la profesión en la investigación en extenso son: *La apropiación de conocimiento, la tecnología para el trabajo de diseño gráfico, el desarrollo y la innovación* y las *modalidades laborales* en las que el diseño gráfico se presenta.

## METODOLOGÍA

Si se parte del supuesto que afirma que el *espacio* es concebido a través de la acción y las prácticas sociales (Castells, 1996; Harvey, 1996; Roseberry, 2002; Smith, 1990), se reitera que el espacio no sólo es un contenedor donde ocurren las relaciones sociales, pues es antes que nada un producto de la agencia humana, que de manera colectiva va recreando nuevas formas asociativas (Bueno y Pérez, 2006).

<sup>1</sup> Departamento de Representación, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: mdlbm2000@gmail.com, msdelaba@correo.uaa.mx

Para conocer la evolución y construcción del diseño gráfico como profesión en México se delimitó al espacio de producción editorial, siendo la Imprenta Madero (IM) en donde se reconoce a artistas, luego llamados diseñadores, como Vicente Rojo, uno de los pioneros de esta profesión. Esta imprenta, ubicada en la Ciudad de México y que cerró a finales de la década de los noventa, se convirtió en un icono representativo del diseño, prácticamente un laboratorio vivo en el que se entretejían las relaciones con trabajadores de oficio, diseñadores y clientes. Daba oportunidad de ver los cambios tecnológicos y organizativos que ellos mismos fueron innovando para responder al mercado.

La IM, que surge por exiliados españoles, dio la oportunidad de analizar las nuevas modalidades organizativas que resultaron por la introducción de nuevas tecnologías, siguiendo las trayectorias de aquellos que se formaron dentro de ella, lo mismo que a diseñadores que formalizan estudios y egresan de diversas instituciones educativas profesionales, en su mayoría de la Ciudad de México. En esta revisión se tomaron los casos de aquellos que por su trayectoria han destacado, ya sea nacional o internacionalmente, pero sobre todo con aquellos a los que les tocó la transición de lo manual a lo digital, para conocer su proceso y adaptación a las nuevas modalidades. El seguimiento a estos diseñadores con estudios profesionales coincide prácticamente con el periodo en el que cierra la IM, por lo que permite revisar algunas diferencias entre el desarrollo del diseño en México de diversas épocas. Es una investigación con visión diacrónica de los fenómenos analizados, un ejercicio de reconstrucción en el tiempo que permite ver las tendencias y sucesos más representativos, principalmente de empresas (una gran imprenta, estudios, talleres, despachos), así como el ejercicio profesional individualizado.

En cuanto a la delimitación temporal, se da a partir del surgimiento y evolución de la IM en la década de 1950, ícono en la producción gráfica de México en sus diversos cambios en los que tuvo lugar el diseño gráfico, tanto por el reconocimiento de la profesión, cómo de los cambios tecnológicos y organizativos. El estudio de esta imprenta se dividió en cinco periodos, en los que tomando en cuenta los cambios y avances sobre la inclusión de la tecnología, los proyectos y, por supuesto, las personas que en ella laboraron, se puede describir el desarrollo de la misma, desde la formación hasta su cierre. Por último, y desde principio de la década de los noventa, se ubica a diseñadores que participan en modalidades de trabajo individual o colaborativo principalmente vinculados con las TIC, donde el internet se ha convertido en el principal enlace para su trabajo en la producción de mensajes gráficos desterritorializados, ubicados prácticamente tras el uso de la World Wide Web (WWW), permitiendo un flujo de comunicación global a gran escala.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La IM cerró a principios de la década de los noventa; sin embargo, se desprendieron de ella diseñadores que continuaron por su parte con el trabajo, ya sea de forma colectiva o individual, aprovechando las *relaciones sociales* que la misma imprenta les dejó, un importante recurso que hasta la fecha es fundamental para el desarrollo de proyectos en diseño. El legado de esta imprenta respecto al diseño no solo es acerca de lo laboral, sino en lo formativo, pues se convirtió en *un referente* para las diversas instituciones educativas, en las que algunos de los diseñadores ex-Madero participaron de forma directa e indirecta en la formación de futuros diseñadores.

Todo esto provocó un proceso de aprendizaje nuevo, resultado de las externalidades positivas de la innovación, estimulando un *sticky knowledge* o *conocimiento pegajoso* (Asheim e Isaksen, 2002), derivado de la interacción social y las conexiones interpersonales (Casas, 2004; Johannessen, 2008), impulsando actividades de *innovación*, normalmente basadas en una base de conocimiento  *sintético*, integrado por la combinación del lugar, las personas con experiencia, habilidades y los conocimientos tácitos de la gente de oficio.

En cuanto a la apropiación de conocimiento, la IM fue un espacio excepcional en el que se pudo reunir la parte productiva de la imprenta con gente de *oficio*, y el trabajo del *diseñador* en la parte creativa y propositiva. La gente de oficio poseía conocimiento tácito, un conocimiento intuitivo basado en la experiencia, que permitió mejorar la productividad. Conocimiento que se transmitió de persona a persona por los maestros de oficio, y que facilitó el desarrollo de habilidades para la reparación e improvisación en la misma.

Sus capacidades y dominio de saberes expertos *skilled*, fueron un valor fundamental que independientemente del trabajo bajo el modelo fordista, se desarrolló el modelo *cuasi flexible*, pues se retomó el trabajo en equipo, contribuyendo al conocimiento “pegajoso o sticky” (Asheim, 2007) incrustado en la interacción social, mediante las conexiones interpersonales, no solo entre los trabajadores de oficio, sino con la integración posterior de los diseñadores, dando lugar al aprendizaje y a la innovación. Al combinarse el conocimiento de una y otra persona, se complementaron y favorecieron nuevas propuestas. De acuerdo a Asheim (2007), se destacó el proceso interactivo de aprendizaje desarrollado entre la *empresas y su entorno*, por la gran variedad de fuentes de conocimiento, cómo el *analítico*, el  *sintético* y el  *simbólico*.

El tipo de clientes, los proyectos, el personal experto en los oficios, la integración de diseñadores y el rigor de la empresa, dieron lugar a que de manera conjunta el conocimiento fuera asimilado por todos los integrantes de la misma, cada uno desde su posición, pero formando parte de un equipo que aprendió interactuando desde la concepción de la idea, hasta el resultado final. Fue un trabajo colectivo, en contacto con los problemas de producción, cercanos todos a dar revisión y seguimiento de los proyectos, que se formó sobre la marcha y que permitió conocer toda la estructura necesaria para el proceso. Un *learning by doing*, en el que tras experiencias adquiridas de su conocimiento tácito, puso en práctica nuevos conocimientos, dando lugar a una posterior especialización. Una combinación de factores que influyeron en el aprendizaje mutuo. Esta participación integral mostraba lo que Asheim (2002) distingue como las interacciones sociales y las visiones colectivas que fomentan la confianza y la reciprocidad; es decir, su red de innovación.

Con respecto al tema de la tecnología para el trabajo de diseño gráfico, como se ha mencionado, hasta antes de la llegada de la computadora, los procesos de producción gráfica en las imprentas requerían de equipos costosos de gran tamaño y de la intervención de mucha gente de oficio especializada para poder operarlas y brindar al diseñador la realización y producción de sus proyectos. Sin embargo, las etapas electrónicas y digitales en la imprenta modificaron la permanencia de diversos actores, pues como se ha analizado, no todos lograron asimilar las nuevas tendencias tecnológicas.

Los diseñadores comenzaron a aprender el uso de programas sobre la marcha en un intento de sustituir herramientas manuales como las reglas, escuadras, compases y tiralíneas, para el trazo de figuras como recursos gráficos, así como el uso de diversas fuentes tipográficas que permitieron composiciones en pantalla de diseño tipográfico para diferentes publicaciones. Fueron aprendiendo a prueba y error en el *learning-by-doing*, del mismo modo que en sus inicios de forma manual, pero ahora interactuando con las computadoras, usando programas, que si bien facilitaban algunas cosas, estaban limitadas por sus salidas a impresión. Las máquinas de impresión digital se optimizaron, incluso en la unificación de lenguajes para estandarizar y aceptar archivos. La portabilidad facilitó el recibir imágenes de gran formato, así como la mejora en cuanto a los colores vistos en pantalla para acercarse a los finalmente impresos. Esto redujo también tiempos al diseñador en la realización de proyectos, pues pasaron del desarrollo de ideas directamente de la pantalla a la salida en impresoras o pre prensa.

Pocos operarios de máquinas de imprenta tradicional se adaptaron al uso de estos equipos, pues ya no era necesario engrasar, acomodar, orientar, apilar o revisar el mecanismo durante el proceso de las nuevas impresoras de gran formato; por ello el conocimiento, que es poder (Pérez Lizaur, 1994) dio lugar a conflictos entre el operador

y el diseñador de forma tradicional, pues posteriormente quedaron de alguna forma interrumpidos por la falta de comunicación entre unos y otros; cada uno se fue adaptando, en la medida de lo posible, a los conocimientos prácticos y técnicos, experimentados sobre la marcha para ver resultados. Las máquinas de impresión, al igual que las computadoras y los programas para su uso, se fueron actualizando de forma vertiginosa, ofreciendo diversidad y novedad de forma precipitada, que en la actualidad podemos observar con equipos que se volvieron obsoletos en un periodo muy corto, cosa que no pasó por muchos años con las antiguas máquinas de impresión en la IM.

Los técnicos en equipos aparecieron para resolver problemas especializados, con ciertos conocimientos y habilidades en el uso de máquinas, pero no poseían todo el conocimiento y experiencia de la gente de oficio, que aprendieron todo lo referente a una máquina operada durante años; incluso algunos, cómo los aprendices de linotipista, desde la adolescencia. Desafortunadamente esto dio lugar a que existieran operadores o técnicos en determinadas máquinas que si bien lograron conocer el uso adecuado de cada nueva máquina, no poseían conocimientos sobre la composición, formatos, tipos de papel, tipos de tintas, formación de pliegos y otros conocimientos que el tiempo y la experiencia ya les había legado a la gente de oficio. Tampoco tenían los conocimientos del diseñador, ni la conceptualización visual lograda tras la realización de múltiples portadas, carteles y trabajos gráficos; así que la mayoría de los técnicos aprendieron el uso de las máquinas, pero sin el conocimiento *simbólico*.

Por ello en la IM se distingue que a partir del cambio estructural en México colapsa la imprenta, un modelo de administración de empresa y empresario que no puede sobrevivir a los cambios y a la apertura comercial. El modelo tenía que cambiar y en este caso una de las decisiones tomadas fue la venta de la imprenta asegurando un patrimonio; individual quizá, pero en cierto modo deslindándose de la muy alta posibilidad de ver en quiebra el control accionario que se mantuvo favorecido por las relaciones familiares, amistades y toda la suerte de vínculos sociales en su haber de capital social.

En la actualidad y derivado de esa etapa en la que se incorporó a la computadora como herramienta de trabajo, se ha dado lugar a que muchos de los proyectos de diseño se resuelvan directamente en las pantallas sin procesos previos de bocetaje, que al no requerir la realización impresa tampoco precisan de la asesoría por los expertos de oficio o del diseño, quedando de pronto el manejo de programas informáticos por cualquiera que quiera realizar trabajos de diseño. Esto evidentemente —y dicho por los diseñadores de antaño, cuya experiencia tenía un costo y valor considerado en sus cotizaciones— se ha reflejado en las convocatorias de trabajo, en el pago y oferta de proyectos que en el mercado actualmente se demandan. De ello deriva que en la profesión de diseño gráfico se hayan abierto modalidades como el *crowdsourcing* que mediante convocatorias abiertas puede ganar casi cualquier tipo de persona sea o no experto en diseño y obtenga mediante sus capacidades creativas determinado proyecto, pues la saturación de diseñadores inmersos en el campo laboral, sea con estudios de licenciatura, por su trabajo y dominio como oficio, con alguna carrera técnica o siendo amateurs, pueden obtener trabajo en el uso de sus habilidades, aun con pagos bastante inferiores de los que la profesión merece.

En cuanto al desarrollo y la innovación, si bien el espacio de trabajo en la IM tuvo la inclusión de nuevos equipos y máquinas para el trabajo, se generó en ella y con las herramientas ya existentes el desarrollo e innovación por parte de sus diversos actores. Por una parte, las personas de oficio lograron con sus capacidades dar salida a diversos proyectos, como en los ajustes que llegan a hacer para impresiones especiales en otras lenguas o para fórmulas matemáticas. Esto, sobre todo, derivado de la exigencia del gerente, que mucho tuvo que ver con que se resolvieran proyectos que otras imprentas no hacían.

La importancia de las relaciones entre el cliente y los diseñadores facilitó en muchos casos que proyectos editoriales se resolvieran estratégicamente dentro de la imprenta. Esto no sucedía en otras imprentas, por lo que el

desarrollo de proyectos creativos podía acrecentarse favorecido por el ambiente de trabajo proactivo entre los mismos diseñadores que trabajaron cercanos de restirador a restirador, y en donde la consulta de cierta impresión o sustratos especiales podía hacerse directamente a los impresores.

Por ello, las redes sociales fueron también un espacio de transmisión de conocimiento, ya que en gran medida la intelectualidad de la época realizó sus proyectos mediante la imprenta. El capital social se gestó interactuando con otros sectores, propiciando la generación y transferencia de conocimiento, estimulando la acumulación de capacidades, dando lugar a el trabajo en conjunto y tomando oportunidades e ideas riesgosas (Florida, Cushing y Gates, 2002, en Casas, 2004), pues el capital colaborativo abre la posibilidad de combinar ideas, gente y recursos en nuevas formas, lo que muestra que el aliento de la diversidad y la apertura interna de las compañías atrae gente creativa y talentosa que mejora la colaboración innovadora.

En todo caso fue el trabajo colectivo, en contacto con los problemas de producción, cercanos todos a dar revisión y seguimiento de los proyectos, lo que formó sobre la marcha no solo a los empleados, sino al mismo gerente que aprendió aspectos gerenciales y administrativos, y que permitió conocer toda la estructura necesaria para el proceso. Fue un *learning by doing*, en el que tras experiencias adquiridas de su conocimiento tácito, puso en práctica nuevos conocimientos y dio lugar a posteriores especializaciones. Una combinación de factores que influyeron en el aprendizaje mutuo. Esta participación integral muestra lo que Asheim (2002) distingue como las interacciones sociales y visiones colectivas que fomentan la confianza y la reciprocidad; es decir, su red de innovación.

En lo concerniente a las modalidades laborales en las que el diseño gráfico se presenta, las convocatorias *online* han modificado muchas de las modalidades de trabajo revisadas, pues el trabajo creativo tiene diversas áreas, con ello posibilidades de expansión fuera de territorios limitados. Un diseñador puede mandar su propuesta a otros países y ser elegido entre una multitud para aplicar su diseño, incluso no es necesario conocerlo, en todo caso sus capacidades creativas son lo único que se requiere, independientemente de quién sea o de dónde provenga. Por tanto, la formación académica en esta vertiente de trabajo deja de ser un requisito indispensable, pues se forma de manera autodidacta, a través de la misma red (*learning from network*), y es internet la plataforma de aprendizaje y de trabajo al mismo tiempo.

Actualmente, el modelo de trabajo en una empresa como la IM, que se integró por diversas áreas, adquirió maquinaria y equipo en una creciente bonanza de las décadas de los cincuenta y sesenta, en donde el país crecía y permitía la producción en serie para publicaciones culturales y de gran calidad, ya no existe, como tampoco los operarios expertos cuyas capacidades fueron detonante e impulso para empresas de esta índole. Ahora se encuentran fragmentadas las secciones en diversos lugares, pues no es redituable la inversión en un solo espacio, ni por el número de empleados, ni por el equipo que constantemente se hace obsoleto; ya que en la industria de las artes gráficas se presentan nuevos equipos por lo menos una o dos veces al año, lo cual no favorece la adquisición de grandes máquinas.

## CONCLUSIONES

Aunque los oficios de antaño para la producción editorial prácticamente desaparecieron, el mercado de trabajo se diversificó, se amplió en escala global, rebasó fronteras, dio en todo caso lugar a la figura del diseñador gráfico como parte fundamental dentro de la comunicación visual, reconocido ya por lo que realiza, identificado también como profesional independiente, ya no únicamente como parte de alguna agencia; sino identificado por los proyectos que dentro de su haber son carta de presentación para futuros proyectos, que de igual forma puede aprender y atender a través de la tecnología nuevos programas, aplicaciones, convocatorias, e interactuar con sus colegas. Puede, por

tanto, identificarse a un tipo de *técnico en diseño*, que aprende del oficio, de la práctica constante con el diseño, de sus conocimientos a través de las redes (visuales y prácticos), incluso sin cursar alguna asignatura teórica, únicamente mediante el interés visual frente a un monitor, que le permite acercarse a territorios ilimitados a través de internet.

El conocimiento se obtiene independientemente del papel (Zaid, 2009), pues no corresponde a los títulos, de igual modo que en la formación de los primeros diseñadores en México, que ejerciendo su trabajo diario en un lugar como la IM, aprendieron sobre la marcha, se distinguieron por sus capacidades y talento, evidentes como en el caso de Germán Montalvo o Azul Morris, en otros países al cursar estudios en escuelas especializadas, en los que parte de los conocimientos ya adquiridos y practicados en la IM permitieron la equivalencia con los planes de estudio en ese momento en Europa.

La profesión del diseño gráfico sigue creciendo y su demanda es evidente en una sociedad de consumo, donde la imagen permite atribuir significados a todo lo que nos rodea, por ello además del interés personal, está presente en esta investigación la importancia social que ha tomado al incidir en la elección, identificación y difusión de productos o servicios, dentro de la dinámica global.

## REFERENCIAS

- ASHEIM, B. (2007). Sistemas regionales de innovación y bases del conocimiento diferenciadas: un marco teórico analítico. En M. Buesa (Coord.), *Sistemas regionales de innovación: nuevas formas de análisis y medición*. Madrid, España: Funcas.
- ASHEIM, B. & COENEN, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy*, 34(8): 1173-1190.
- ASHEIM, B. & COENEN, L. (2006). Contextualising Regional Innovation Systems in a Globalising Learning Economy: On Knowledge Bases and Institutional Frameworks. *Journal of Technology Transfer*, 31(1): 163-173.
- ASHEIM, B. & ISAKSEN, A. (2002). Regional innovation systems: the integration of local “sticky” and global “ubiquitous” knowledge. *Journal of Technology Transfer*, 27, 77-86.
- BUENO y PÉREZ (2006). *Espacios globales*. México: Universidad Iberoamericana.
- CASAS, R., DETTMER, J. y SAMPERE, J. (2004). *El proyecto redes de conocimiento y aprendizaje interactivo: el papel del capital social en el desarrollo regional y/o local. Notas para una reflexión conceptual de una propuesta analítica*. Documento interno de trabajo. Proyecto PAPIIT.
- CASTELLS (1996). *La era de la información. La sociedad red*. Tomo I. México: Siglo XXI editores.
- FLORIDA, R. (2002). *The rise of creative class*. Cambridge, UK: Basic Books.
- FLORIDA, R., CUSHING, R. & GATES, G. (2002). When Social Capital Stifles Innovation. *Harvard Business Review*, 80(8).
- HARVEY, D. (1996). *Justice, Nature and the Geography of difference*. Oxford, UK: Blackwell.
- JOHANNESSEN, J. (2008). Organizational innovation as part of knowledge management. *International Journal of Information Management*, 28, 403-412.

PÉREZ LIZUR, M. (1994). *El empresario, la tecnología y el poder*. Tesis de grado de Doctor en Antropología Social. D. F., México: Universidad Iberoamericana campus Santa Fe.

ROSEBERRY, W. (2002). *Locating Capitalism in time and space. Global restructurings, politics and identity*. Stanford, California, US: Stanford University Press.

SMITH, J. & KOPUT, P. (1999). Networks and Knowledge Production: Collaboration and Patenting in Biotechnology. *Corporate Social Capital and Liability*, 390-408.

ZAID, G. (2009). *El progreso improductivo*. DeBolsillo.

### **Dictiotopografía**

ZAID, G. (2014). Futuro de la Universidad. *Periódico Reforma*, 28 de septiembre de 2014. Recuperado de <http://www.crowdsourcing.org/editorial/crowdsourcing-and-crowdfunding-explained-a-short-animated-film-by-crowdsourcingorg/12431>



**16º**  
**SEMINARIO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**

**INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS**



## DIAGNÓSTICO DE FALLAS ELÉCTRICAS DE ESTATOR EN MOTORES DE INDUCCIÓN (MI) TRIFÁSICOS MEDIANTE MODELOS AUTORREGRESIVOS (AR) DE BAJO ORDEN

Francisco Miguel García Guevara<sup>1</sup>, Francisco Javier Villalobos Piña, Ricardo Álvarez Salas

**Palabras clave:** diagnóstico de fallas, fasor de espacio instantáneo de Park (ISP), motores de inducción, modelo autorregresivo (AR), transformada rápida de Fourier base dos (FFT2).

### INTRODUCCIÓN

Las máquinas eléctricas representan la principal fuente de movimiento en el sector industrial y han sido aplicadas casi en cualquier aspecto de nuestras actividades diarias como: sistemas de transporte, aire acondicionado, conversión de energía, manufactura, etc. (Trigeassou, 2011).

La complejidad y el creciente desarrollo de los procesos en la industria han obligado a tener sistemas más confiables, seguros y robustos, ya que los motores de inducción (MI) trifásicos son ampliamente usados en la industria y cada vez son sometidos a tareas más demandantes. Son susceptibles a fallas en los elementos que los conforman, por lo cual se han realizado investigaciones como en Zhang, Du, Habetler y Bin (2011), que describen la distribución de las fallas del MI como se muestra en la tabla 1, además de las técnicas más comunes para su detección.

En área de diagnóstico de fallas del MI, el modelado AR se ha utilizado, por ejemplo, en la detección de fallas en rodamientos (Liu, Zhou, Yang, Liang, & Miao, 2012), en sistemas de acoplamiento por medio de engranes (Nikhar, Patankar, & Kulkarni, 2013), en ellos se estima la densidad espectral de potencia (DEP) a partir de evaluar en el dominio de la frecuencia la función de transferencia de dicho modelo, donde el análisis armónico permite detectar aquellas fallas que provocan frecuencias atípicas y oscilaciones parasitas (Verde, Sylvani, & Morales, 2013).

**Tabla 1.** Comparativa de distribución de fallas en el MI

Componente	IEEE % de falla	EPRI % de falla	Allianz % de falla
Baleros y rodamientos	44	41	13
Estator	26	36	66
Rotor	8	9	13
Otros	22	14	8

Obtenida de Zhang et al. (2011).

1 Departamento de Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Correo electrónico: fmgg007@hotmail.com

Un modelo AR caracteriza las propiedades espectrales y de energía de una serie temporal a través del modelado de cada muestra en el dominio del tiempo como una combinación lineal de los valores previamente muestreados en presencia de ruido blanco con una distribución gaussiana (Morton, Torrión & Leslie, 2011). Por ello, los coeficientes del modelo AR univariable son las autocorrelaciones de la serie temporal; es decir, una medida de la dependencia del valor actual con sus valores previos, lo que brinda información temporal de la dinámica del sistema. Si este se encuentra bajo condiciones de falla, su dinámica cambia y, por tanto, sus coeficientes también. Ello sugiere que estos coeficientes pueden ser utilizados directamente como indicadores de la condición de salud del sistema a analizar.

## METODOLOGÍA

Con el objetivo de evaluar el esquema propuesto de detección de fallas eléctricas de estator se construyó una plataforma experimental esquematizada en la figura 1. Dicha plataforma consiste en un MI trifásico jaula de ardilla modificado y un motor de corriente directa utilizado para inducir o generar un par de carga, un inversor de puente completo con una capacidad de 1200V y 200A por rama y un sistema de regeneración, los cuales integran el sistema electrónico de potencia, además de una unidad central de procesamiento basado en un procesador de señales digitales (DSP, por sus siglas en inglés) de 32 bits de punto flotante TMS320F28335, para efectuar el control e instrumentación, realizando la adquisición de corriente por medio de tres sensores de efecto *hall* CLN 100FW BELL, posición y velocidad mecánica a través un codificador óptico de cuadratura.

Con la finalidad de insertar diferentes escenarios de falla de cortocircuito o de circuito abierto en una o varias de las fases del estator, se modificó un MI de 3 HP de alta eficiencia de cuatro polos, el cual está constituido por 6 grupos de bobinas (A, A', B, B' y C, C'), dos grupos por fase, tres bobinas concéntricas por grupo, 45 vueltas cada una y con tres alambres calibre 22 (American Wire Gauge AGW), y se esquematiza en la figura 2, donde la inserción de fallas en el estator se logra mediante la conexión o desconexión de segmentos del devanado de la fase C, a través de la reconexión del voltaje de fase  $V_{CN}$  o el neutro de la estrella  $Y_N$  con las terminales (C1,..., C8). Las posibles conexiones se esquematizan con líneas punteadas en la figura 3.

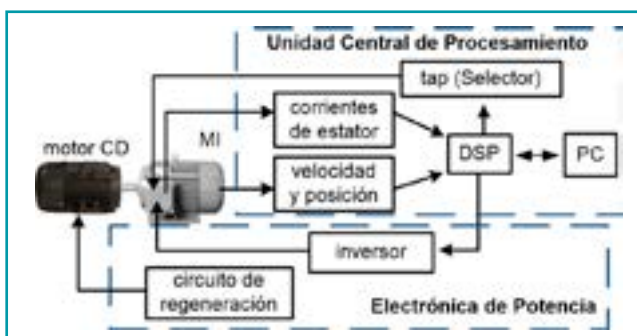


Figura 1. Esquema simplificado de la plataforma experimental.

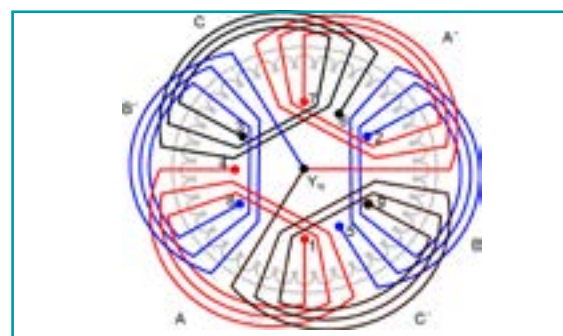


Figura 2. Esquema eléctrico del estator de un MI trifásico Siemens.

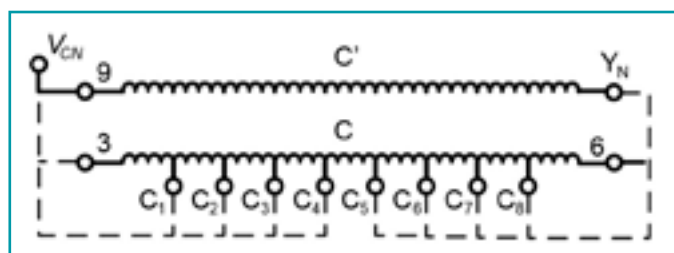


Figura 3. Posibles conexiones para la inserción de fallas eléctricas del estator.

La detección de fallas eléctricas de estator del MI trifásico comienza con el análisis del desbalance entre las corrientes de estator por medio del módulo del fasor de espacio instantáneo de Park (ISP, por sus siglas en inglés), acorde con Milanez & Emanuel (2003). Para ello se conforma el vector de mediciones

$$\mathbf{i}_{abc} = \begin{bmatrix} \mathbf{i}_a \\ \mathbf{i}_b \\ \mathbf{i}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [Ia_1, Ia_2, \dots, Ia_N] \\ [Ib_1, Ib_2, \dots, Ib_N] \\ [Ic_1, Ic_2, \dots, Ic_N] \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde  $n=1,2,\dots,N$  es n-ésima muestra de la corriente de estator de cada una de las tres fases, el cual es mapeado al marco de referencia alfa-beta:

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \\ i_o \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & \cos(-2\pi/3) & \cos(2\pi/3) \\ 0 & -\sin(-2\pi/3) & -\sin(2\pi/3) \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

posteriormente el módulo del ISP se obtiene a partir de

$$ISP_n = \|\mathbf{i}_{\alpha\beta}\| = \sqrt{i_\alpha^2 + i_\beta^2} \quad (3)$$

El siguiente paso dentro del esquema de diagnóstico es el cálculo de los coeficientes del modelo AR de orden  $p$ , el cual es un filtro de respuesta finita (FIR, por sus siglas en inglés) y queda definido de la forma:

$$ISP_n = w + \sum_{k=1}^p A_k ISP_{n-k} + \varepsilon_n \quad (4)$$

donde  $w$  es un término de intercepción para el análisis de series temporales con media distinta de cero,  $\varepsilon_n$  es ruido blanco,  $A_k$  son los coeficientes del modelo e  $ISP_{n-k}$  es el valor del módulo del ISP atrasado  $k$  muestras.

Los coeficientes del modelo pueden ser calculados a través de diversos métodos, en el presente esquema se utilizó el algoritmo computacional desarrollado por Neumaier & Schneider (2001) a través una estimación por mínimos cuadrados.

Como estudio complementario se realiza un análisis frecuencial por medio del algoritmo transformada rápida de Fourier FFT base 2 diezmado en el tiempo, que para el caso de la falla eléctrica del estator  $F_{est}$  el espectro de firma de falla del ISP ocurre en múltiplos de  $m$  del doble de la frecuencia de la línea ( $f_l$ ), en donde  $m=1,2,3,\dots,\infty$  (Dirf, & Cardoso, 2008)

$$F_{est} = 2mf_l \quad (5)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros eléctricos del MI se caracterizaron a  $f_l = 60$  Hz a través del método de los tres voltímetros, por medio de la incorporación de una resistencia patrón  $R_p$  en cada fase y de la medición de sus corrientes y de los voltajes  $V_1$ ,  $V_2$ , y  $V_3$  como se indica en la figura 4, se calculan su impedancia  $Z_L$ , reactancia inductiva  $X_L$ , resistencia  $R_L$  e inductancia  $L$  para cada fase. Los resultados para el caso sano y el porcentaje de cambio ( $\Delta\%$ ) de los diferentes escenarios de falla con respecto al caso sano se muestran en la tabla 2.

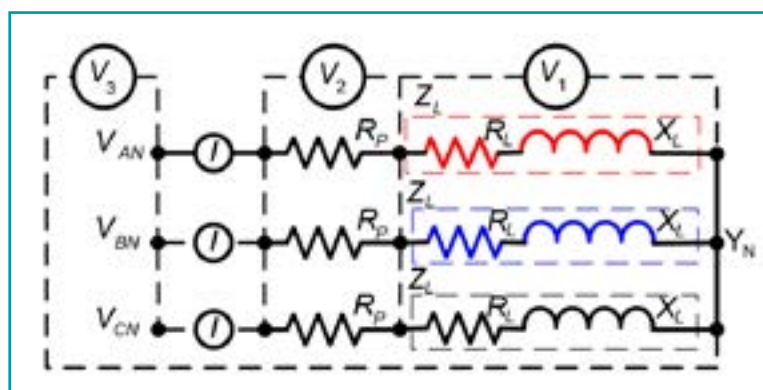
Se efectuó un análisis comparativo entre el espectro de firma de falla del estator mediante la FFT2 contra el valor de los coeficientes del modelo AR, los datos recabados en dicho análisis se obtuvieron a partir del módulo del ISP proveniente de 8,192 muestras de las mediciones de corrientes de cada una de las tres fases del estator, con un total de 20 experimentos por cada uno de los tres escenarios de falla. La condición sana es obtenida conectando  $V_{CN}$  a la terminal 3 y  $Y_N$  a la terminal 6, mientras que las condiciones de falla para el caso 1  $V_{CN}$  es reconectado a la terminal  $C_1$ , el segundo caso,  $Y_N$ , se reconecta a la terminal  $C_g$ . Todos los experimentos fueron capturados a una frecuencia de muestreo  $f_s = 3840\text{Hz}$ , con un par de carga de 0.4 Nm para velocidades de 1,200 r.p.m. @  $f_i = 40\text{Hz}$ , 1,500 r.p.m. @  $f_i = 50\text{Hz}$  y 1,800 r.p.m. @  $f_i = 60\text{Hz}$ .

En la figura 5 se muestra el espectro de firma de falla de estator correspondiente a los tres escenarios de falla reportados en la tabla 2 del MI operado a una velocidad de 1,800 r.p.m. a una  $f_i$  de 60 Hz, en cuyo contenido armónico debe observarse una componente principal en  $f_{est}$  de 120 Hz que incrementa su magnitud conforme aumenta el nivel de falla. El valor promedio de la magnitud dicho componente, así como el porcentaje de cambio  $\Delta\%$  de cada uno de los escenarios para tres diferentes velocidades se resumen en la tabla 3.

En la figura 6 se muestran los coeficientes del modelo AR de orden bajo ( $p = 3$ ) correspondiente a los tres escenarios de falla reportados en la tabla 2 del MI operado a una velocidad de 1,800 r.p.m. a una  $f_i$  de 60 Hz, en el cual se puede apreciar que es posible diferenciar un incremento en la magnitud del primer y segundo coeficiente conforme aumenta el nivel de falla, mientras que el tercer coeficiente describe un comportamiento opuesto. El valor promedio de los coeficientes del modelo AR para el caso sano, así como el porcentaje de cambio  $\Delta\%$  contra los casos para tres diferentes velocidades se resumen en la tabla 4.

**Tabla 2.** Parámetros eléctricos del estator del MI

Parámetros	Fase A	Fase B	Fase C	Caso 1 $\Delta\%$ Fase C	Caso 2 $\Delta\%$ Fase C
$L$ (mH)	5.055	5.025	5.035	6.494	8.639
$Z_L$ ( $\Omega$ )	1.909	1.899	1.902	6.519	8.622
$X_L$ ( $\Omega$ )	1.905	1.894	1.898	6.480	8.640
$R_L$ ( $\Omega$ )	0.127	0.128	0.126	7.936	12.698



**Figura 4.** Método industrial para la caracterización de parámetros eléctricos del MI.

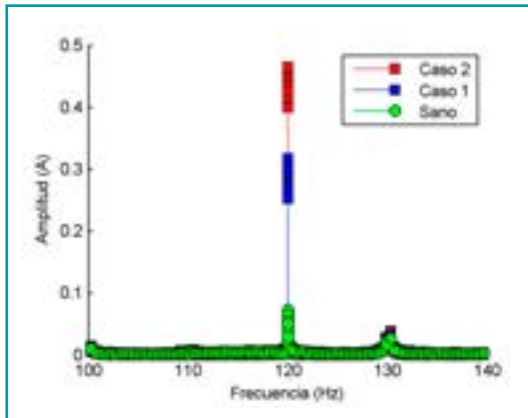


Figura 5. Espectro de firma de falla del módulo ISP.

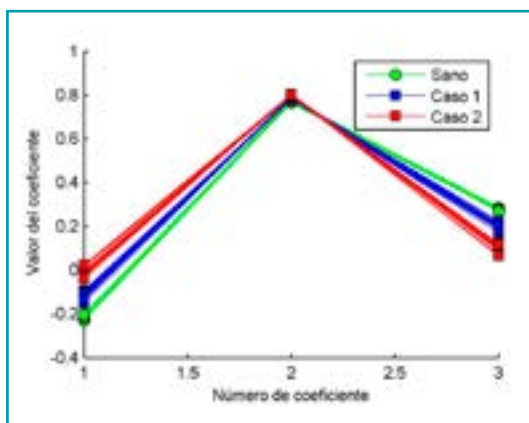


Figura 6. Coeficientes del modelo AR de orden  $p = 3$ .

Tabla 3. Valor promedio del espectro de firma de falla a diferentes velocidades

$f_i$ (Hz)	Sano	$\Delta\%$ Caso 1	$\Delta\%$ Caso 2
60	0.044	552	891
50	0.025	655	960
40	0.029	623	1002

Tabla 4. Valor promedio del primer coeficiente del modelo AR de orden  $p = 3$  a diferentes velocidades

$f_i$ (Hz)	Sano	$\Delta\%$ Caso 1	$\Delta\%$ Caso 2
60	-0.2152	44.19	93.54
50	-0.0633	68.72	78.20
40	0.0961	42.42	146.09

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran un patrón consistente, el cual al mantener el número de muestras y la frecuencia de muestreo constante sólo se ve afectado por la magnitud de la falla insertada para las diversas velocidades del MI analizadas.

El uso directo de los coeficientes del modelo AR para un bajo orden permite detectar la presencia de fallas eléctricas incipientes de estator.

## REFERENCIAS

- DRIF, M. & MARQUES, C. (2008). Airgap eccentricity fault diagnosis, in three-phase induction motors, by complex apparent power singature analysis. *International Simposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion SPEEDAM*, 55(3): 1404-1410.
- LIU, C., ZHOU, X., YANG, S., LIANG, W. & MIAO, Q. (2012). Cooling Fan Bearing Diagnosis Based on AR& MED. *International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, 622-626.
- MILANEZ, D. L. & EMANUEL, A. E. (2003).The instantaneous-space-phasor: a powerful diagnosis tool. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 52(1):143-148.
- MORTON, D. K., TORRIONE, A. P., LESLIE, M., & COLLINS, M. L. (2011). Variational Bayesian Learning for Mixture Autoregressive Models With Uncertain-Order. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 59(60): 2614-2627.
- NEUMAIER, A. & SCHNEIDER, T. (2001). Estimation of parameters and eigenmodes of multivariate autoregressive models. *Transactions on Mathematical Software*, 27(1): 27-57.
- NIKHAR, N. K., PATANKAR, S. S. & KULKARNI, J. V. (2013). Gear Tooth Fault Detection by Autoregressive Modelling. *Fourth International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1-6.
- TRIGEASSOU, J. C. (2011). *Electrical Machines Diagnosis*. US: Wiley.
- VERDE, C., SYLVANI, G. y MORALES, R. (2013). *Monitoreo y diagnóstico automático de fallas en sistemas dinámicos*. México: Trillas.
- ZHANG, P., DU, Y., HABETLER, G. y BIN LU, B. (2011). A Survey of Condition Monitoring and Protection Methods for Medium-Voltage Induction Motors. *IEEE Transactions on Industry Application*, 47(1): 34-46.



# USO DE LA HERRAMIENTA WAVELET DE HAAR PARA DETECCIÓN DE FALLAS ELÉCTRICAS EN MOTORES *BRUSHLESS* EN APLICACIONES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Víctor Arturo Maldonado Ruelas<sup>1</sup>, Francisco Javier Villalobos Piña, Ricardo Álvarez Salas

**Palabras clave:** vehículos eléctricos, *motor-in-wheel*, wavelet.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de los altos precios comparados con los motores de inducción, los motores de imanes permanentes como el motor *brushless* (MB) han tenido gran aceptación en los últimos años, debido a sus características como inercia baja, corrientes nominales de arranque, mejor relación peso/potencia, entre otras como se presentan en la tabla 1; se vuelven la elección más confiable en diferentes áreas como son: la aeroespacial, robótica y automotriz (Albiol, 2009). En los últimos años el uso del MB denominado *motor-in-wheel* ha abierto el camino en la construcción de vehículos eléctricos de manera independiente, para el desarrollo e investigación de los mismos. De esta forma se ve la necesidad de integrar un algoritmo de diagnóstico de fallas eléctricas del estator del MB a velocidad y par de carga variable, en principio con técnicas en modelos y procesamiento de señales como la herramienta matemática wavelet.

**Tabla 1.** Diferencias técnicas entre un motor *brushless* y un motor de inducción

Rubro	Motor <i>brushless</i>	Motor de inducción
Características Vel./Par.	Todo el rango	Par bajo en velocidades bajas
Inercia del rotor	Baja	Alta
Corrientes de arranque	Nominales	Arriba de 7 veces la nominal
Requerimientos de control	Necesario para operar	No se requiere en velocidad constante
Deslizamiento	No existe	Aumenta con la carga

## METODOLOGÍA

El análisis del módulo del Fasor de Espacio Instantáneo de Park (ISP, por sus siglas en inglés) permite generar firmas de fallas provocadas por el desbalance de las corrientes del MB (Milanez & Emanuel, 2003), y al realizar un análisis espectral de la señal del tiempo al dominio de la frecuencia se asocia una frecuencia característica para fallas eléctricas de estator (Acosta &

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes.  
Correo electrónico: vcko22@gmail.com, fvillalobospia@mail.ita.mx

Verucchi, 2007), donde el espectro de firma de falla del ISP ocurre en múltiplos del doble de la frecuencia de línea (Cardoso & Drif, 2008).

$$f_{-EST} = 2nf_L \quad (1)$$

$f_L$  = frecuencia de la corriente fundamental

$$n = 1, 2, 3 \dots \infty$$

Para el caso práctico se analiza el caso para  $n=1$ , ya que la magnitud del espectro decae conforme aumenta el múltiplo de  $n$ . Se analiza el desbalance en las corrientes del motor, donde las mismas son mapeadas a un marco de referencia alfa-beta:

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \\ i_0 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & \cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) \\ 0 & -\sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right) & -\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

En donde el módulo del ISP se obtiene como:

$$I_{ISP}[n] = \|i_{\alpha\beta}\| = \sqrt{i_\alpha^2 + i_\beta^2} \quad (3)$$

Se hace uso de la transformada rápida de Fourier diezmada en tiempo base dos (FFT2, por sus siglas en inglés) y la transformada discreta ondeleta (TDO), haciendo uso de la wavelet madre de Haar, se analiza con dichas herramientas el módulo del ISP. La transformada wavelet es una técnica que se desarrolló como alternativa para mejorar los problemas de resolución de la FFT, lo que hizo posible una buena representación de una señal tanto en el tiempo como en frecuencia simultánea, con lo que se puede determinar el intervalo de tiempo en la cual aparecen determinados componentes espectrales. La TDO de Haar es la forma más simple de wavelet está relacionado con una operación con la transformada del mismo nombre, que sirve de prototipo para otras transformaciones wavelet, se caracteriza por su sencillez y fácil cálculo manual (Walker, 2008).

La transformada de Haar descompone una señal en dos subseñales de igual longitud; a la primera señal se le conoce *trend* o *average*, y se denomina por lo general con la letra *a*; a la segunda señal se le conoce como *fluctuation*, *difference* o *detail* y se denomina por lo general con la letra *d*. El primer *average* es

$$a^1 = (a_1, a_2, \dots, a_{n/2}) \quad (4)$$

La obtención de los coeficientes del *average* se define en la siguiente ecuación:

$$a_m = \frac{f_{2m-1} + f_{2m}}{\sqrt{2}} \quad (5)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n/2$$

Para el primer *detail* se define como

$$d^1 = (d_1, d_2, \dots, d_{n/2}) \quad (6)$$

La obtención de los coeficientes del *detail* se define en la siguiente forma:

$$d_m = \frac{f_{2m-1} - f_{2m}}{\sqrt{2}} \quad (7)$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, n/2$$

Con las señales definidas, la transformada de Haar de nivel 1 es obtenida como

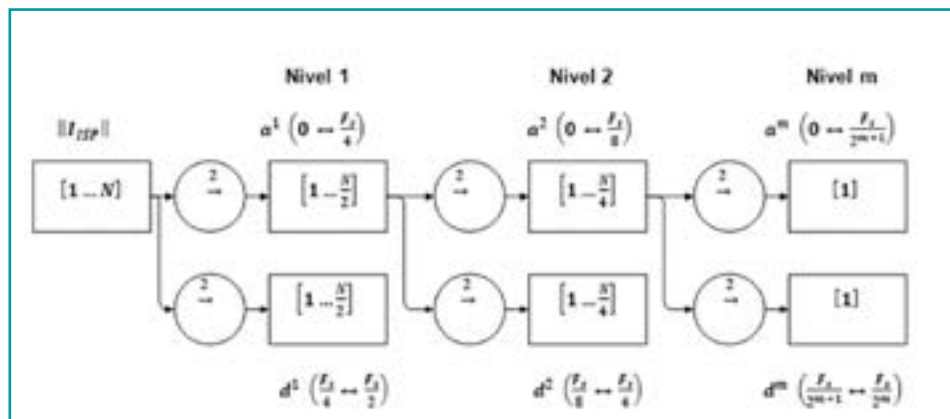
$$f \rightarrow^{H_1} (a^1 | d^1) \quad (8)$$

Una vez efectuada la transformación discreta de Haar de nivel 1, es fácil repetir el proceso para múltiples niveles; el segundo nivel se obtiene al descomponer el primer *average* obteniendo un segundo *average* y un segundo *detail*, por lo que la transformada de segundo nivel quedaría de la siguiente forma como ejemplo:

$$f \rightarrow^{H_2} (a^2 | d^2 | d^1) \quad (9)$$

La densidad espectral de potencia para cada nivel de descomposición, se obtienen mediante los valores efectivos de los coeficientes wavelet.

$$c_j = \sqrt{\frac{1}{n_j} \sum_{k=1}^{n_j} W_{j,k}^2} \quad (10)$$

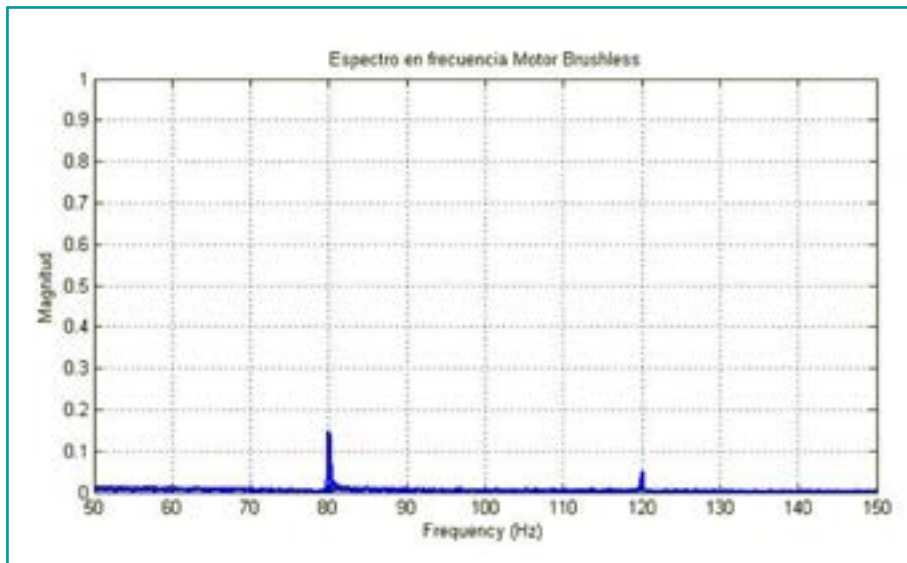


**Figura 1.** Análisis multiresolución wavelet.

El uso de la herramienta wavelet permite la descomposición de la firma de falla en diferentes niveles (bandas de frecuencia) mediante el uso del análisis multiresolución (Villalobos Piña, 2011) como se muestra en la figura 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

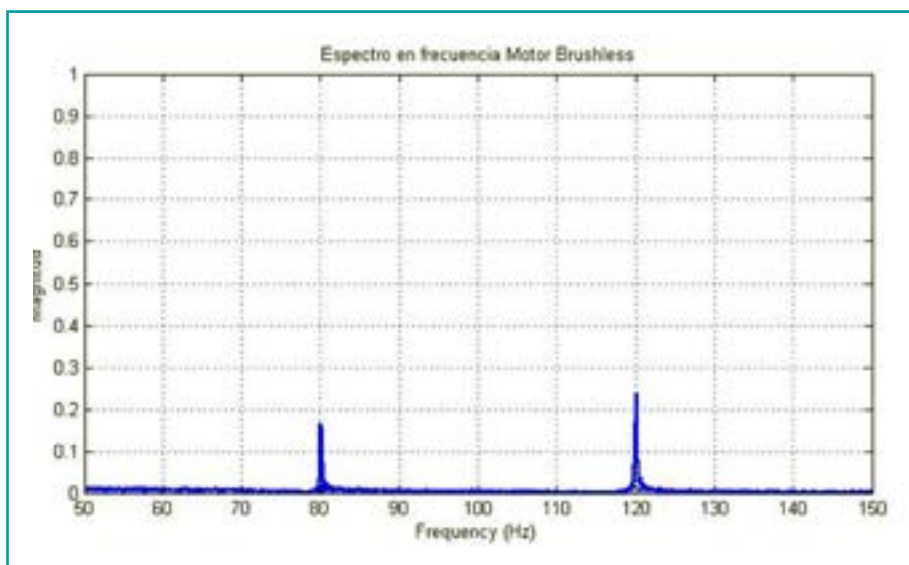
Se desarrolló un algoritmo para la obtención del módulo del ISP de las corrientes del estator del modelo dinámico del MB, el cual se utiliza de un texto publicado (Krishnan, 2010) y del cual se ha presentado un trabajo previamente en simulación para garantizar el comportamiento del MB a nivel simulación (Maldonado Ruelas, 2015). Se efectuó un análisis espectral de las corrientes mediante el uso de la FFT2 con la herramienta computacional MATLAB, con una frecuencia de muestreo de 1 KHz y una frecuencia de alimentación de 60Hz aplicada al MB. La simulación se ilustra en la figura 2.



**Figura 2.** Espectro en frecuencia del MB en caso sin falla eléctrica de estator.

Para inducir el efecto de falla eléctrica del estator del MB a nivel simulación se efectúa una variación del nivel de resistencia e inductancia de una de las tres fases del MB en proporción a su valor nominal para el caso sin falla. El análisis espectral del módulo del ISP para el escenario con falla se ilustra en la figura 3. Se aprecia además un incremento en la magnitud del armónico de 120Hz respecto al caso sano.

Se implementa el algoritmo de análisis multirresolución (MRA, por sus siglas en inglés) haciendo uso de la wavelet madre de Haar al nivel 1 en el programa computacional MATLAB, con el que se obtienen los coeficientes *average* y *detail* por banda de frecuencia para efectuar la respectiva cuantificación de la densidad espectral de potencia (DEP) como se ilustra en la tabla 2.



**Figura 3.** Espectro en frecuencia del MB, en caso con una falla del 10% de los valores nominales en una fase.

Se efectuó el mismo escenario de falla eléctrica del estator usado para el análisis espectral mediante la FFT2, también un análisis comparativo con la TDO, se desarrolló además un algoritmo para identificación de la falla para un escenario con en 10% de falla eléctrica del estator de los valores nominales de inductancia y resistencia. El

algoritmo es capaz de identificar la banda de frecuencia que presenta un cambio significativo, buscando que la banda de frecuencia de descomposición esté en la banda de interés que a los 120 Hz, al ser el doble de la frecuencia de la fundamental, como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 2.** DEP de los coeficientes wavelet del MB sin falla

Nivel	DEP del MB	Banda de frecuencia
1	0.2093	(250 – 500) Hz
2	0.1287	(125 – 250) Hz
3	0.1277	(62.5 – 125) Hz
4	0.0749	(31.25 – 62.5) Hz
5	0.0361	(15.62 – 31.25) Hz
6	0.0249	(7.81 – 15.62) Hz
7	0.0495	(3.90 – 7.81) Hz
8	0.1036	(1.95 – 3.90) Hz
9	0.1662	(0.97 – 1.95) Hz
10	0.1811	(0.48 – 0.97) Hz

**Tabla 3.** Diferencia de la DEP de los coeficientes wavelet del MB sin falla contra una falla del 10%

Nivel	DEP MB sano–DEP MB falla	Banda de frecuencia
1	0.0124	(250 – 500) Hz
2	0.0353	(125 – 250) Hz
<b>3</b>	<b>0.0411</b>	<b>(62.5 – 125) Hz</b>
4	0.0036	(31.25 – 62.5) Hz
5	0.001	(15.62 – 31.25) Hz
6	0.002	(7.81 – 15.62) Hz
7	0.0050	(3.90 – 7.81) Hz
8	0.0085	(1.95 – 3.90) Hz
9	0.0133	(0.97 – 1.95) Hz
10	0.0112	(0.48 – 0.97) Hz

## CONCLUSIONES

Se comprueba el funcionamiento de la herramienta Wavelet de Haar para el diagnóstico de fallas eléctricas del MB a nivel simulación ante la presencia de fallas incipientes de bajo porcentaje de falla con respecto a los valores nominales de la resistencia e inductancia de fase, así como la comparativa con la FFT2 en el análisis espectral de las firmas de fallas, se presentó en la banda de interés de frecuencia. La facilidad de implementación y el poco gasto computacional de estas herramientas matemáticas hacen que se puedan implementar físicamente a través de procesadores digitales de señales (DSP) para la comprobación del sistema físico en aplicaciones de vehículos eléctricos utilizando motores *brushless*.

## REFERENCIAS

- ACOSTA, G. y VERUCCHI, J. (2007). Técnicas de detección y diagnóstico de fallas en máquinas eléctricas de inducción. *IEEE Latin América*, 7(1): 41-49.
- ALBIOL, L. (2009). *Acondicionamiento con motor Brushless para ventilador de refrigeración en un automóvil*. Tesis de Licenciatura de la Escuela Superior de Ingeniería (ETSE).
- CARDOSO, J. & DRIF, M. (2008). Airgap eccentricity fault diagnosis, in three-phase induction motors, by complex apparent power signature analysis. *International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion SPEEDAM*, 5(3): 1404-1410.
- KRISHNAN, R. (2010). *Permanent magnet synchronous and brushless dc motor drives*. US: CRC Press.
- MALDONADO RUELAS, V. A. (2015). Desarrollo del modelo dinámico del motor brushless. *Memoria de resúmenes 15° Seminario de Investigación UAA*, 416-419.
- MILANEZ, D. & EMANUEL, A. (2003). The instantaneous-space-phasor: a powerful diagnosis tool. *Instrumentation and Measurement. IEEE transaction on*, 1(52): 143-148.
- VILLALOBOS PIÑA, F. J. (2011). *Análisis y diseño de un esquema de diagnóstico de fallas en motores de inducción*. Tesis doctoral. San Luis Potosí, México: UASLP.
- WALKER, J. (2008). *Wavelet and their scientific applications*. España: Chapman & Hall/CRC.

## ALGORITMO EVOLUTIVO EN RELAJACIÓN NEUROMUSCULAR RESIDUAL

María Dolores Torres Soto<sup>1</sup>, Aurora Torres Soto, María de la Luz Torres Soto, Leticia Bermúdez Rosales, Eunice Esther Ponce de León Sentí

**Palabras clave:** algoritmo genético, testor típico, relajación residual neuromuscular, factores predisponentes.

### INTRODUCCIÓN

La aplicación de fármacos bloqueantes neuromusculares como elemento adjunto a la anestesia para intervenciones quirúrgicas, cuyo objetivo es inducir parálisis para las cirugías, puede producir un efecto residual conocido como relajación neuromuscular residual (RNMR). La RNMR es una condición clínica que se debe a la persistencia de los efectos farmacológicos posterior a la intervención quirúrgica y que puede aumentar la morbilidad postoperatoria con incidencia variable entre 0% y 93% (Salomé et al., 2005). Esta condición médica es adversa, pues además de que la toxicidad de estos fármacos es alta, la parálisis que ocasionan incluye a los músculos encargados de la respiración; lo que significa que un paciente bajo el efecto de estos medicamentos debe ser ventilado mecánicamente hasta que se encuentre en condiciones de hacerlo de forma autónoma.

Es clara la importancia que tiene la identificación del nivel de relajación de un paciente; sin embargo, en la práctica actual sólo existen recomendaciones de actuación con el propósito de incrementar el uso de la monitorización neuromuscular.

Actualmente, el único método confiable para determinar el grado de bloqueo neuromuscular es la estimulación eléctrica de un nervio motor y la observación del grado de contracción de los músculos inervados por ese nervio. De acuerdo con Bermúdez (2015), la monitorización de la función neuromuscular no es una práctica común en los hospitales mexicanos debido a que los clínicos no saben interpretar correctamente sus resultados. También Miller (Miller, 2000) afirma que la relajación neuromuscular residual es una lección que no ha sido asimilada en su importancia en las instituciones de salud mexicanas. Encontrar alternativas que permitan prever problemas en pacientes con predisposición a la relajación residual neuromuscular es fundamental; así es que este trabajo tuvo el propósito de identificar los factores de riesgo asociados a esta condición clínica mediante un algoritmo evolutivo híbrido, y contribuir con la incorporación de nuevas guías en la buena práctica de uso de los bloqueantes neuromusculares en anestesiología.

---

1 Departamento de Sistemas de Información, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: mdtorres@correo.uaa.mx

Dentro del área conocida como aprendizaje de máquina, la identificación de los factores que mejor describen un fenómeno es conocida como selección de subconjuntos de características. Este es un problema ampliamente conocido por su nivel de complejidad y ha sido abordado con herramientas tanto de minería de datos (Liu et al., 2005), como con técnicas no exhaustivas, como es el caso de las metaheurísticas (Torres, 2010; Kim et al., 2000).

El problema que se aborda es específicamente la selección de variables, por lo que los autores se refieren indistintamente a características o variables en este documento. Dado que la selección de un grupo de características implica solamente aceptación o rechazo de las variables, este problema tiene un espacio de soluciones de  $2^n$ , donde  $n$  es el número de variables entre las que se realizará la selección. El nivel de complejidad de este problema justifica ampliamente el uso de técnicas de inteligencia artificial que evitan una búsqueda exhaustiva, como es el caso de los algoritmos evolutivos.

El algoritmo diseñado para el análisis de los datos está basado en el uso de una técnica lógico-combinatoria conocida como *análisis de testores*. El algoritmo opera en un marco de trabajo adaptable tanto a problemas de aprendizaje supervisado como no supervisado (Torres, 2010) y está basado en el algoritmo genético propuesto por Goldberg (1989), cuya inspiración se basa en la supervivencia de los individuos más aptos, según la teoría de la evolución, que fuera presentada por Charles Darwin en su obra *On the Origin of Species*. Los algoritmos genéticos trabajan mediante la generación, evaluación, selección y transformación (evolución) de individuos que representan soluciones a los problemas que se pretenden resolver. El algoritmo diseñado evalúa la calidad de un subconjunto de variables en función de su condición de testor o no testor. El proceso de generación y evolución de los individuos es conducido mediante el operador de aceleración y el mecanismo de mejora (Torres, 2010).

De acuerdo con Lazo y colaboradores, testor es un grupo de características (variables en nuestro caso) capaz de distinguir objetos de diferentes clases (Lazo et al., 2001). Un testor *típico o irreductible* es el grupo de características que pierde su condición de testor al remover cualquiera de sus características (Alba et al., 2000). Para el lector interesado en profundizar sobre los conceptos de testor y testor típico se sugiere revisar Torres (2010), Torres et al. (2014), o Alba et al. (2000).

## METODOLOGÍA

El estudio reportado comprende la información de 210 pacientes de ambos sexos que ingresaron a la Unidad de Cuidados Postanestésicos (UCPA) del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH) entre marzo y septiembre de 2014 que cumplieron los criterios de inclusión, mismos que fueron: pacientes que ingresaron a la UCPA en el postoperatorio inmediato; género indistinto, edad desde 2 hasta 80 años, pacientes a los que se les haya administrado relajante muscular. Los criterios de exclusión fueron: pacientes en los que las condiciones clínicas no permitan la colocación del monitor (vendajes, edema, temblor, etc.), pacientes que no toleren neuroestimulación (dolor), pacientes críticos que pasen a terapia intensiva, casos en los que se detecte malfuncionamiento del equipo o imposibilidad de calibrarlo a la respuesta control del paciente. De los 210 pacientes que se incorporaron al estudio, 46 presentaron relajación neuromuscular residual (RNMR) a su ingreso en la UCPA (21.9%). Aproximadamente la quinta parte de los pacientes que son tratados en cirugía con relajantes musculares.

Como puede verse en la figura 1, la información de los 210 pacientes se colectó por siete meses (de marzo a septiembre de 2014), se realizó un preprocesamiento en el que se eliminan las variables redundantes, las de identificación del paciente y las ajenas al problema que se estudia (RNMR). Posteriormente se introduce la base con los datos limpios a un proceso evolutivo que se encarga de encontrar los testores típicos asociados con los datos tomando como variable resultante el nivel de relajación neuromuscular residual. Contando con esta información, se



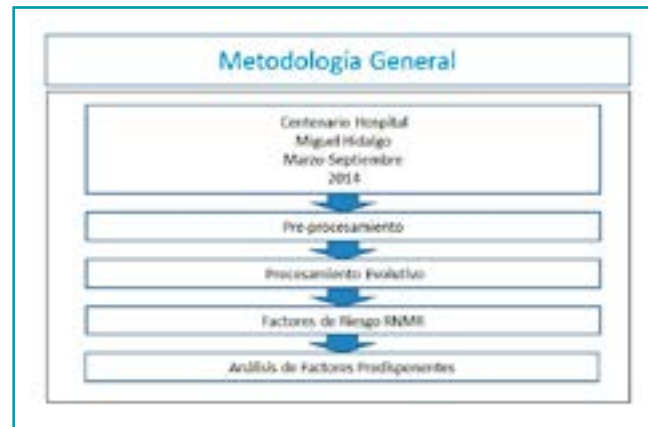


Figura 1. Metodología general de la investigación.

realiza el cálculo del peso informacional de cada variable (que es una valoración de su importancia para favorecer la relajación neuromuscular residual de un paciente). Esta metodología realizada puede verse de manera esquemática en la siguiente figura.

En términos particulares, el procesamiento evolutivo sigue la secuencia mostrada en la figura 2. Una vez que la base de datos se ha limpiado, se somete a un proceso de discretización en la que el personal médico especializado propone las categorías para cada variable. Después de esto, se realiza el cómputo de la matriz básica que es el corazón de la técnica para encontrar testores típicos de una base de datos. Posteriormente, se corre el bloque iterativo del algoritmo, en el que se generan poblaciones de individuos a los cuales se les aplica un operador de aceleración y un mecanismo de mejora (éste último si es necesario) para generar mejores soluciones. En cada iteración se revisa si la condición de paro ha sido alcanzada y en caso afirmativo, se termina el proceso iterativo. La condición de paro está determinada al alcanzar 300 generaciones de 500 individuos y se realizaron 10 réplicas en los experimentos.

El operador de aceleración (OA) permite asociar al individuo actual algunas de las características (variables) que un testor típico debe poseer. Este operador es el resultado de un análisis rápido de la matriz básica en el que se identifican cadenas binarias con un solo bit en 1 y los restantes en 0. Con esta información se conforma una cadena de referencia con la que el individuo actual se somete a una operación OR (Torres et al., 2014). El mecanismo de mejora elimina bits en uno para buscar un testor típico dentro de un testor o agrega bits en uno para ver si una cadena simple puede llegar a la condición de testor o de testor típico (Torres et al., 2014). Cuando el algoritmo termina, se analiza un archivo con los testores típicos asociados a la base de datos sometida al proceso y se procede a calcular el peso informacional, que es un índice de la importancia de una variable para favorecer la presencia de relajación neuromuscular residual.

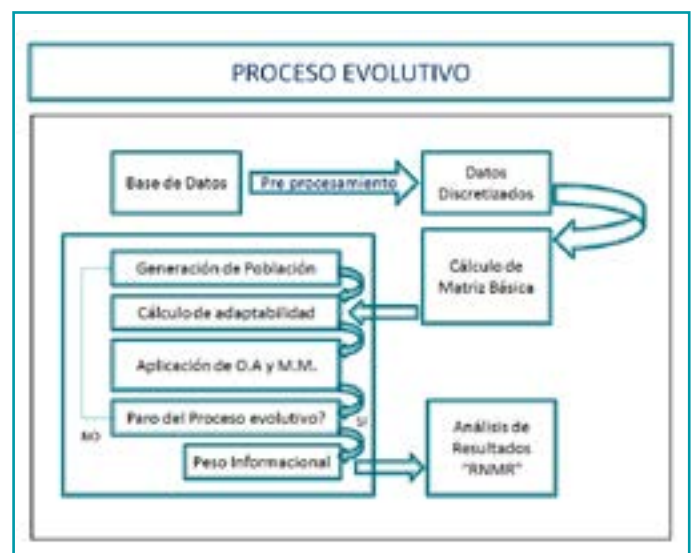


Figura 2. Proceso evolutivo.

Este índice se calcula con base en la frecuencia de aparición de una variable en el conjunto de todos los testores típicos encontrados por el algoritmo. El algoritmo evolutivo es capaz de discernir cuando un individuo es testor, testor típico o no es testor (Torres et al., 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó anteriormente, la relajación neuromuscular residual (RNMR) es un efecto indeseable en pacientes que salen de un procedimiento quirúrgico debido a que se incrementa la probabilidad de que un paciente caiga en apnea (insuficiencia respiratoria), o si se marea y vomita, pueden broncoaspirar, etc. Esta condición aumenta en general el índice de morbimortalidad, pues el paciente no se encuentra completamente recuperado de los relajantes musculares usados en su proceso anestésico.

El número de variables antes del preprocesamiento era de 26 y cuando terminó el proceso evolutivo se redujo a 10 (reducción a 38.46% de su tamaño original). Las variables resultantes se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Factores determinantes de relajación neuromuscular residual

No.	Variable	Peso Informacional
1	Género	100%
2	Anestésico	48%
3	Oximetría	40%
4	Clasificación de peso	39%
5	Temperatura	39%
6	Tiempo anestésico	37%
7	Relajante muscular	36%
8	Monitoreo	36%
9	Edad	29%
10	Reversión	29%

En términos generales, la población de mujeres intervenidas quirúrgicamente en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo es mayor que la de hombres. El peso informacional de la variable género fue de 100%. Aunque el resultado del género causó sorpresa en el personal médico de apoyo a la investigación, al revisar la matriz de entrenamiento de intervenciones quirúrgicas pudo observarse que en efecto, el porcentaje de las mujeres que tuvieron RNMR de 24.82% (35 de 141), es significativamente mayor que el de los hombres, de 18.64% (11 de 69). Los médicos especialistas explicaron este fenómeno por el hecho de que el tejido adiposo de las mujeres es mayor que el de los hombres y los relajantes se absorben en la grasa y se liberan lentamente de este tipo de tejido.

El peso informacional de la variable anestésico utilizado arrojado por el algoritmo fue de 48%. El personal médico atribuyó su peso al hecho de que de los 2 pacientes que se manejaron con propofol y fentanil, 1 presentó RNMR (50%), y el único paciente que se manejó con una combinación de gases anestésicos presentó el evento (100%). Por otro lado, la variable oximetría presentó un peso informacional de 40%. Este valor se explica con el hecho de que los pacientes con hipoxemia 27.2% (6 de 22) se relajan con mayor frecuencia que los que no la presentan 21.27% (40 de 188). Con respecto a la variable clasificación de peso, se trabajó con una clasificación

del índice de masa corporal de acuerdo a cuatro categorías: bajo peso, peso normal, sobrepeso y obesidad. El peso informacional de esta variable fue de 39%. El porcentaje de RNMR en pacientes de peso bajo es de 37.5% (3 de 8); en pacientes con peso normal es de 28.75% (23 de 80); para pacientes con sobrepeso el porcentaje de RNMR es de 14.66% (11 de 75) y, por último, para los pacientes con obesidad el porcentaje es de 19.1% (9 de 47). Partiendo de este resultado puede verse que la RNMR tiene mayor incidencia en pacientes de bajo peso. La explicación médica de este fenómeno es que la dosis de relajantes musculares se calcula de acuerdo con el peso ideal del paciente.

En términos de la variable temperatura, la literatura corroboró los resultados del algoritmo, pues está reportado que la hipotermia potencializa el efecto de los relajantes musculares. Con referencia a la variable tiempo anestésico, tuvo un peso informacional de 37%. El porcentaje de los pacientes con tiempos anestésicos de una hora o menos que presentaron RNMR fue del 35% (7 de 20); el de los pacientes con tiempos anestésicos de 1 a 2 h fue de 24.73% (23 de 93) y, por último, el de los pacientes con tiempos anestésicos de más de 2 h fue 16.49% (16 de 97). Por lo anterior, se puede considerar que el riesgo de presentar RNMR será mayor en pacientes que tengan tiempos anestésicos de 1 h o menos, pues los médicos administran con mayor precaución dosis subsecuentes del fármaco. Otra variable de interés es el tipo de relajante muscular utilizado con un peso informacional de 36%. En este sentido, el porcentaje de pacientes manejados con cisatracurio que tuvieron RNMR es de 18.88% (34 de 180).

El porcentaje de los pacientes manejados con vecuronio se dispara a 36% (9 de 25). El único paciente manejado con rocuronio tuvo RNMR 100% y de los tres pacientes manejados con la combinación de succinilcolina y un relajante no despolarizante, 66.66% (2 de 3) tuvieron RNMR. Por último, el único paciente manejado con una combinación de dos relajantes no despolarizantes, no presentó RNMR. Por lo anterior, es posible asumir que el riesgo de tener RNMR se relaciona en mayor medida con el uso de relajantes musculares derivados de esteroides y a la combinación de succinilcolina con un despolarizante, pero este fenómeno deberá estudiarse de manera más profunda.

El monitoreo de la relajación muscular transoperatoria protege a los pacientes de sufrir RNMR, presentando un peso informacional de 36%. La variable edad, con un peso de 29%, permite observar que el riesgo de RNMR aumentará con la edad; sin embargo, en pacientes adultos mayores disminuye nuevamente.

La reversión farmacológica transoperatoria del efecto del relajante neuromuscular tuvo un peso informacional de 29% y los resultados en términos de esta variable son alarmantes, porque el hecho de revertir farmacológicamente el efecto del relajante neuromuscular durante el transanestésico no previene el evento de RNMR con los mecanismos usados actualmente.

## CONCLUSIONES

La combinación del algoritmo evolutivo con el operador de aceleración, el mecanismo de mejora y la función de evaluación basada en testores y testores típicos, fue capaz de resolver eficientemente el problema de identificar las variables que favorecen el presentar RNMR. Esto permite ver que la inteligencia artificial representa un nicho de interés para otras áreas del conocimiento, como la medicina.

## REFERENCIAS

- ALBA CABRERA, E., SANTANA, R., OCHOA RODRÍGUEZ, A. & LAZO CORTÉS, M. (2000). Finding typical testors by using an evolutionary strategy. *Proceedings of the 5th Ibero American Symposium on Pattern Recognition*, 267-278.
- BERMÚDEZ, L. (2015). *Incidencia de la relajación residual neuromuscular en la Unidad de Cuidados Intensivos*. tesis inédita de Especialidad Médica en Anestesiología. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- GOLDBERG, D. E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. New York, US: Addison-Wesley.
- KIM, Y., STREET, W. N. & MENCZER, F. Feature selection in unsupervised learning via evolutionary search. *KDD 2000*, 365-369.
- LAZO CORTES, M., RUIZ SHULCLOPER, J. & ALBA CABRERA, E. (30 de abril de 2001). An overview of the evolution of the concept of testor. (Pergamon, Ed.). *Pattern Recognition*, 753-762.
- LIU, P., ZHU, J., LIU, L., LI, Y., & ZHANG, X. Data mining application in prosecution committee for unsupervised learning. *Services Systems and Services Management, 2005. Proceedings of ICSSSM '05. 2005 International Conference on*. Volume 2, 13-15 June 2005, 1061-1064.
- MILLER, E. L. RD. (2000). *Anestesia de Anestesia*. (811-821). Elsevier.
- SALOMÉ, B., VIANA, C. E., COHELO, V. y SILVA, A. (2005). Bloqueo neuromuscular residual después del uso del rocuronio o cisatracurio. *Revista Brasileña de Anestesiología*, 55(6): 612-616.
- TORRES, M. D. (2010). *Metaheurísticas híbridas en selección de subconjuntos de características para aprendizaje no supervisado*. Tesis doctoral inédita. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- TORRES, M. D., TORRES, A., CUÉLLAR, F., TORRES, M. L. L., PONCE DE LEÓN, E. & PINALES, F. (2014). Evolutionary computation in the identification of risk factors. Case of TRALI. *Expert Systems With Applications*, 832-840.

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PREDICCIÓN DE FALLA DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA UN HORNO DE SOSTENIMIENTO DE ALUMINIO

Jorge Calzada Gómez<sup>1</sup>

**Palabras clave:** resistencias eléctricas, tubo radiante, fundición, metal.

### INTRODUCCIÓN

Los procesos de fundición son aquellos en los que un mineral se lleva a su fase líquida mediante la aplicación de calor. En la industria automotriz es común encontrar procesos de fundición secundarios, en los cuales la materia prima son lingotes de metal para tener un mejor control de la calidad de la fundición. La temperatura es una de las variables más críticas en el proceso de fundición, ya que de ella depende principalmente la calidad de las piezas que se producen. Para ello se emplean hornos de sostenimiento, los cuales tienen la función de mantener el aluminio en el rango de temperatura requerido para el proceso. Este horno mantiene la temperatura del metal por medio de resistencias eléctricas, controladas a través de un rectificador controlado de silicio (SCR, por sus siglas en inglés). Si la temperatura del aluminio llega a descender a 500 °C se generan daños irreversibles en el horno.

Dado el impacto de la temperatura en el buen desempeño del proceso y la calidad del producto, su monitoreo y control se vuelve una actividad fundamental. Tradicionalmente el área de mantenimiento realiza el monitoreo del buen funcionamiento del horno por medio del consumo de corriente de las resistencias y termografía en las líneas de interconexión, tanto en la zona del tablero como en el horno; sin embargo, no se ha logrado predecir la ocurrencia de las fallas originadas por el daño de alguna de las resistencias, lo cual ha provocado paros del equipo hasta de 45 días.

Este trabajo se fundamenta en la hipótesis donde se establece que los mecanismos de inferencia de la Lógica Difusa pueden ayudar a predecir las fallas que se presentan en las resistencias eléctricas del horno. Esta suposición se sustenta en la efectividad que ha demostrado esta herramienta en otros casos similares de predicción de fallas, como se puede constatar en los trabajos publicados por Ozben, Huseyinoglu y Arslan (2014), Moon, Kim, Lee y Lee (2014), Rai, Kumar, Pai y Rao (2012), Kolomvatsos y Hadjiefthymiades (2012), Zalnezhad, Sarhan y Hamdi (2013), Lin, Chang, Jou, Wilson y Roberts (2012), así como Ghasemi y Mohammad (2013).

---

1 Departamento de Posgrados, CIATEQ Aguascalientes.  
Correo electrónico: Jorge.calzadagomez@gmail.com

El objetivo principal del presente trabajo fue implementar un sistema de predicción de fallas de resistencias eléctricas en los tubos radiantes de un horno de sostenimiento, mediante un razonamiento de Lógica Difusa y haciendo la simulación en Matlab. En la siguiente sección se demuestra la importancia que tiene el uso de la Lógica Difusa en los procesos industriales. Posteriormente se explicará la manera en que fue aplicada esta herramienta para lograr predecir la ocurrencia de fallas en las resistencias. Los resultados más destacados son discutidos en el apartado correspondiente. Finalmente, se presentan las conclusiones de este proyecto.

La optimización de procesos industriales requiere de la construcción de modelos en los cuales se identifiquen claramente las relaciones entre las variables de entrada y las variables de salida, esto se ve en Domínguez (2006). Los modelos matemáticos cubren una parte importante de los procesos industriales, pero existen procesos en los que no es factible establecer un modelo matemático y entonces se recurre al análisis de datos experimentales, por lo que las tecnologías de análisis de información tienen un campo de acción importante en esta área, como se encuentra en De Prada (2004).

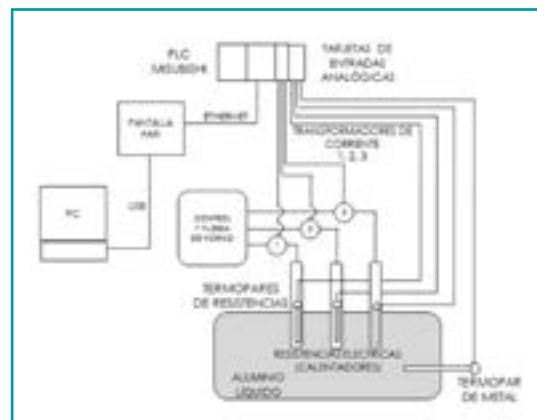
En la tabla 1 se muestra un análisis de cinco autores donde se realizan aplicaciones de Lógica Difusa en combinación con alguna otra herramienta o técnica de predicción, en ella se indica también el resultado o efectividad de la aplicación.

**Tabla 1.** Análisis comparativo entre distintos autores del uso de Lógica Difusa y otras técnicas combinadas para la predicción

Autor/Año	Aplicación	Herramientas	Comparación	Efectividad
Gencil, Ozel, Koksal, Martinez-Barrera, Brostow & Polat (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de resultados de secado y endurecido de concreto auto compactado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lógica Difusa</li> <li>Pruebas experimentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resultados cercanos</li> </ul>
Ahmed y Al-Jamimi (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de mantenibilidad de programas informáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redes Neuronales Artificiales</li> <li>Lógica Difusa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de Vectores de Soporte</li> <li>Redes Neuronales Artificiales</li> <li>Redes Neuronales Artificiales / Lógica Difusa</li> <li>Lógica Difusa Tipo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejor desempeño Lógica Difusa</li> </ul>
Pandey y Dubey (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de anchura y desviación de corte por laser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redes Neuronales Artificiales</li> <li>Lógica Difusa</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Error de predicción 1.09%, 1.67% y 2.29%</li> </ul>
Barzani, Zlانهzhad, Sarhan, Farahany & Ramesh (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de la rugosidad en superficies a maquinarse</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lógica Difusa</li> <li>Pruebas experimentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Error promedio de 5.4%</li> </ul>
Ud Darain, Jumaat, Hossain, Hosen, Obaydullah, Huda & Hossain (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predicción de agrietamiento y flexión de vigas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lógica Difusa</li> <li>Pruebas experimentales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desviación menor a 5%</li> <li>Bondad de ajuste cercano a 1</li> </ul>

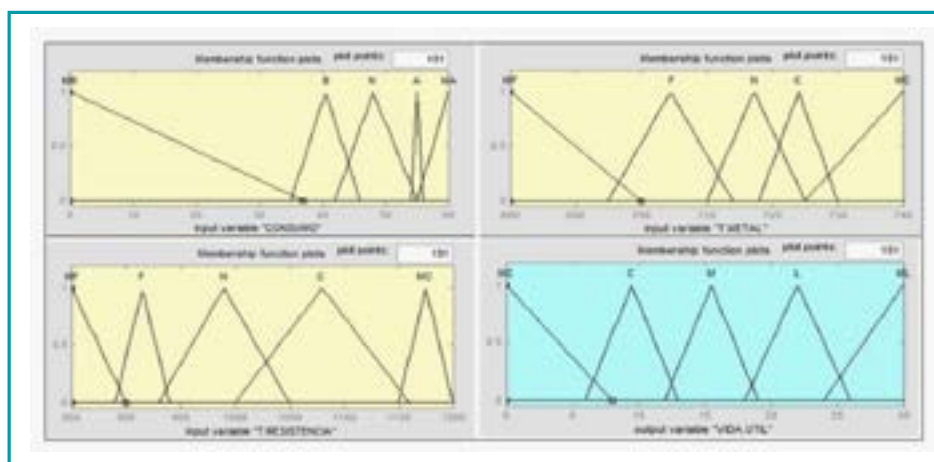
## METODOLOGÍA

Para la implementación del sistema, como primera etapa corresponde recabar los datos que permitan realizar una adecuada modelación del problema a resolver. Para ello se instaló un PLC, dos tarjetas de entradas analógicas, en donde se conectaron tres autotransformadores para medir la corriente de cada resistencia y termopares para la temperatura de las resistencias y del metal. Se instaló una pantalla de interfaz hombre-máquina (HMI, por sus siglas en inglés) para el almacenamiento y visualización de los datos correspondientes a las variables de estado (consumo de corriente, temperatura de la resistencia y temperatura de metal). La figura 1 ilustra de manera esquemática el diseño experimental para el monitoreo, la adquisición y almacenamiento de datos.



**Figura 1.** Diagrama del diseño experimental utilizado para la adquisición de datos.

Una vez obtenidos los datos, el siguiente paso fue su captura en Excel con el propósito de generar una rutina que permite ejecutar el modelo programado en Matlab. Las funciones de membresía para las variables de estado y la variable de control se establecieron con base en la experiencia del personal experto. Se consideró el tiempo de vida útil como variable de control. En la figura 2 se muestran estas funciones de membresía. De acuerdo con los conocimientos del experto, en el proceso se establecieron para las variables de estado y la variable de control 5 rangos con funciones triangulares, ya que son las que más se adecuaron a este estudio.



**Figura 2.** Funciones de membresía de las variables de estado y de control.

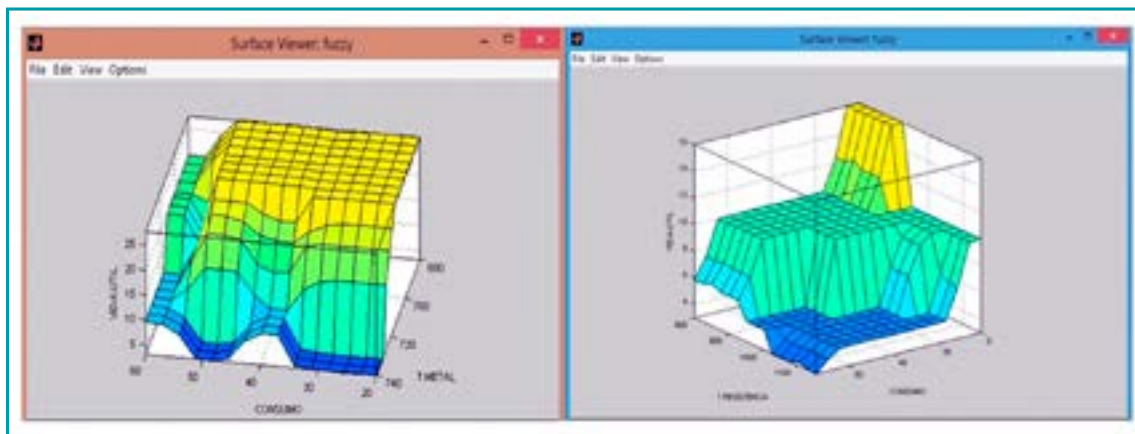
Con base en las funciones de membresía establecidas para cada variable, se elaboró la matriz de asociación difusa (FAM, por sus siglas en inglés), resultando 125 reglas. La tabla 2 muestra la combinación de las cinco etiquetas lingüísticas del consumo de corriente con la temperatura de las resistencias y con sólo una etiqueta de la temperatura de resistencias. La variable de control resultante aparece con dos etiquetas lingüísticas, muy corto (MC) y corto (C).

**Tabla 2.** FAM de la combinación entre 2 variables con 5 etiquetas y 1 variable con 1 etiqueta

CONSUMO DE CORRIENTE	TEMPERATURA DE LAS RESISTENCIAS	TEMPERATURA DE METAL				
		MUY CALIENTE	CALIENTE	NORMAL	FRÍO	MUY FRÍO
MUY ALTA	MUY CALIENTE	MC	C	C	C	C
ALTA	MUY CALIENTE	MC	C	C	C	C
MEDIA	MUY CALIENTE	MC	C	C	C	C
BAJA	MUY CALIENTE	MC	MC	MC	MC	MC
MUY BAJA	MUY CALIENTE	MC	MC	MC	MC	MC

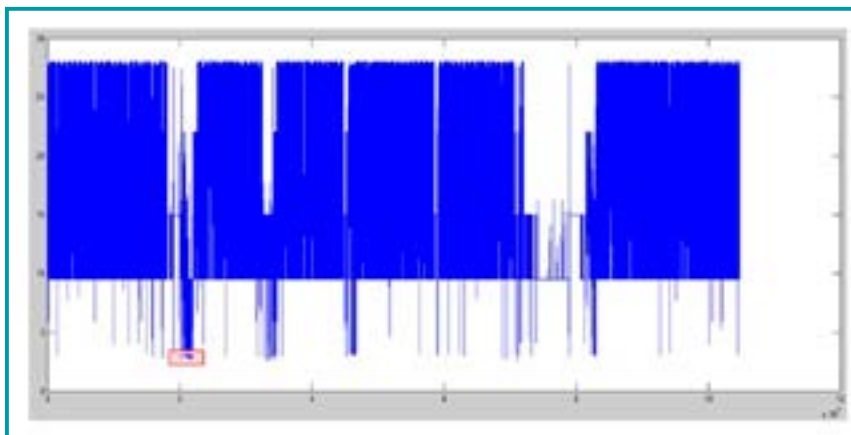
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron las corridas del programa y se obtuvo lo mostrado en la figura 3, donde se observan las respuestas que otorgan las distintas combinaciones de las variables. Se encontró que la combinación del consumo con temperatura de resistencia es la que tiene mayor efecto negativo en la vida útil de las resistencias.



**Figura 3.** Superficies de respuesta de consumo de corriente y temperatura de metal, así como de consumo de corriente y temperatura de resistencias.

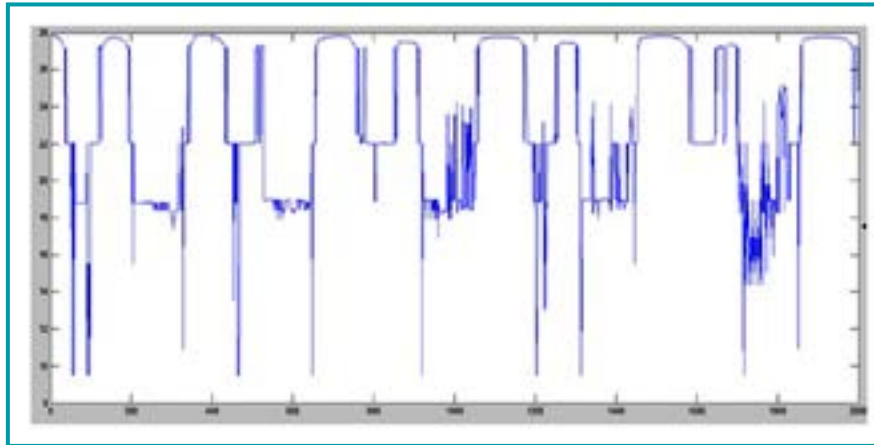
Debido al daño que sufrieron los termopares de las resistencias 2 y 3 durante el periodo de medición, solo se aplicó el modelo a la resistencia 1. Los resultados numéricos que arrojó el modelo difuso se muestran en la figura 4.



**Figura 4.** Resultados de evaluación del modelo difuso con 12 días de medición.



En ella se aprecia que la mayoría de los resultados oscilaron entre 9 y 28 meses. Sin embargo, existen algunos que se dispararon hasta menos de 5 meses. Al revisar algunos de los puntos bajos para identificar qué reglas hicieron esos disparos, se encontró que, por ejemplo, los resultados marcados con rojo en la figura 4 se debieron a que los datos de entrada estuvieron en una frontera de las funciones triangulares y mediante la aplicación de las reglas difusas, los resultados cambiaron significativamente con respecto a la tendencia que se tenía.



**Figura 5.** Resultados de evaluación del modelo difuso con media hora de medición.

En la figura 5 se muestra una menor cantidad de resultados donde se puede apreciar el comportamiento que tiene la variable de control. Los valores están cambiando continuamente y esto se debe principalmente a que existen datos de entrada localizados en fronteras de la función triangular y a la variación de los datos de entrada en todo momento durante el trabajo del horno.

La confirmación de estos resultados contra el comportamiento real de las resistencias del horno no se muestra en este estudio debido al tiempo que se tendría que esperar para comprobarlo y al periodo establecido para su elaboración.

## CONCLUSIONES

La aplicación de un modelo difuso para la predicción de fallas en resistencias eléctricas de hornos es viable; sin embargo, su exactitud dependerá principalmente de la información que proporcione el personal experto al momento de generar las funciones de membresía y del establecimiento de las reglas. Debido a la variación que presentaron los resultados, es muy probable que las membresías de cada variable de entrada debieran modificarse para evitar los saltos abruptos entre un resultado y otro. Para futuros trabajos se recomienda que se establezcan tres rangos en cada variable de entrada para disminuir la cantidad de reglas y esto podría ayudar a encontrar una mayor homogeneidad en los resultados. También se debería considerar el voltaje que alimenta a las resistencias eléctricas, ya que éste guarda una relación directa contra el aumento o disminución de resistencia que presenta el calentador (resistencia eléctrica) durante su funcionamiento.

## REFERENCIAS

- BARZANI, M. M., ZALNEZHAD, E., SARHAN, A. A., FARAHANY, S., & RAMESH, S. (2015). Fuzzy logic based model for predicting surface roughness of machined Al–Si–Cu–Fe die casting alloy using different additives-turning. *Measurement*, 61, 150-161.
- DE PRADA, C. (2004). El futuro del control de procesos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 1(1): 5-14.
- DOMÍNGUEZ, J. D. (2006). Optimización simultánea para la mejora continua y reducción de costos en procesos. *Ingeniería y Ciencia | ing. cienc.*, 2(4), 145-162.
- GENCEL, O., OZEL, C., KOKSAL, F., MARTÍNEZ-BARRERA, G., BROSTOW, W. & POLAT, H. (2013). Fuzzy Logic Model for Prediction of Properties of Fiber Reinforced Self-compacting Concrete. *Materials Science*, 19(2): 203-215.
- GHASEMI, E. & ATAELI, M. (2013). Application of fuzzy logic for predicting roof fall rate in coal mines. *Neural Computing and Applications*, 22(1): 311-321.
- KOLOMVAZOS, K. & HADJIEFTHYMIADIS, S. (2012). Buyer behavior adaptation based on a fuzzy logic controller and prediction techniques. *Fuzzy Sets and Systems*, 189(1): 30-52.
- LIN, P. F., CHANG, P. L., JONG-DAO JOU, B., WILSON, J. W. & ROBERTS, R. D. (2012). Objective prediction of warm season afternoon thunderstorms in northern Taiwan using a fuzzy logic approach. *Weather and Forecasting*, 27(5): 1178-1197.
- MOON, J., KIM, J. J., LEE, T. H. & LEE, H. E. (2014). Prediction of axial load capacity of stub circular concrete-filled steel tube using fuzzy logic. *Journal of Constructional Steel Research*, 101, 184-191.
- OZBEN, T., HUSEYINOGLU, M. & ARSLAN, N. (2014). Fuzzy logic model for the prediction failure analysis of composite plates under various cure temperatures. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 36(3): 443-448.
- PANDEY, A. K. & DUBEY, A. K. (2013). Fuzzy expert system for prediction of kerf qualities in pulsed laser cutting of titanium alloy sheet. *Machining Science and Technology*, 17(4): 545-574.
- RAI, A., KUMAR, N. S. & RAO, B. S. (2012). Fuzzy logic based prediction of performance and emission parameters of a LPG-diesel dual fuel engine. *Procedia Engineering*, 38, 280-292.
- TEKELI, H., KORKMAZ, K. A., DEMIR, F. & CARHOGLU, A. I. (2014). Comparison of critical column buckling load in regression, fuzzy logic and ANN based estimations. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(3): 1077-1087.
- UD DARAIN, K. M., JUMAAT, M. Z., HOSSAIN, M. A., HOSEN, M. A., OBAYDULLAH, M., HUDA, M. N. & HOSSAIN, I. (2015). Automated serviceability prediction of NSM strengthened structure using a fuzzy logic expert system. *Expert Systems with Applications*, 42(1): 376-389.
- ZALNEZHAD, E., SARHAN, A. A. & HAMDI, M. (2013). A fuzzy logic based model to predict surface hardness of thin film TiN coating on aerospace AL7075-T6 alloy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1-4): 415-423.

# OPTIMIZACIÓN DE FUNCIÓN COSTO EN EL CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE SEÑAL FÍSICA A PARTIR DE UN ALGORITMO GENÉTICO DENTRO DE LA INTERFEROMETRÍA ÓPTICA

Héctor Ulises Rodríguez Marmolejo<sup>1</sup>, Miguel Mora González,  
Jesús Muñoz Maciel

**Palabras clave:** algoritmo genético, patrón de franjas, optimización, demodulación, minimización, función costo.

## INTRODUCCIÓN

Las técnicas de medición sin contacto hacen uso de patrones de luz, los cuales son proyectados sobre la superficie del objeto en estudio para obtener su altura en 3D (3-dimensiones). La fase  $\varphi(x, y)$  es el objetivo de cualquier técnica de interferometría, la cual se refiere a conocer una cantidad física, es el término más importante en metrología óptica. El diagrama a bloques de un interferómetro típico se muestra en la figura 1. Se observa el interferómetro Twyman-Green en donde las franjas de interferencia son producidas sobre la superficie o el componente óptico de prueba. Las franjas son detectadas por una cámara de carga acoplada (CCD, por sus siglas en inglés) y posteriormente digitalizadas para ser mostradas en un monitor o en su defecto aplicarles algún algoritmo computacional de: filtrado digital, desenvolvimiento ó demodulación de fase, etc. La ecuación (1) muestra la intensidad del patrón de franjas típico determinado por

$$I(x, y) = a(x, y) + b(x, y) \cos(\varphi(x, y))$$

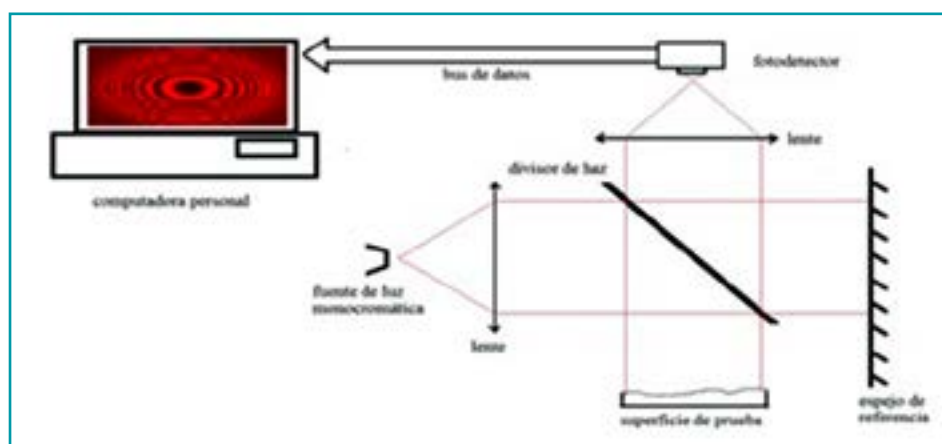


Figura 1. Diagrama a bloques de un interferómetro típico.

1 Centro Universitario de los Lagos, Universidad de Guadalajara.  
Correo electrónico: ulisesmicros@yahoo.com

## METODOLOGÍA

### Optimización por algoritmo genético

Los pasos de la técnica de optimización por algoritmo genético (AG) aplicado al método de demodulación por frecuencia guiada (FSD) son los siguientes:

**Paso 1.** Inicializar los parámetros del problema y los del AG. Con la ayuda de los *toolbox* de Matlab (tabla 1) se realiza la optimización de la función costo. Después se define la función costo  $f(x)$  a minimizar tal que  $x$  es una solución candidata que consiste de  $m$  variables en donde los límites de decisión más bajo y más alto de cada variable quedan definidos por los respectivos límites.

**Tabla 1.** *Toolbox* preprogramados en Matlab

No.	Nombre del comando	Descripción
1	round(rand(nind,nt))	Genera la población o cromosomas nind= número de cromosomas o individuos nt= número total de bits de cada cromosoma
2	gadecode(crom,-L,+L,n_bits)	Convierte a números reales crom= cromosomas o población de individuos -L= límite inferior de valor real +L= límite superior de valor real n_bits=número de bits de cada gen
3	encode(xx,lsb,msb,no_bits)	Convierte a números binarios xx= valor real lsb= valor digital bajo "0" msb= valor digital alto "1" no_bits= resolución de la conversión digital
4	select('sus',ap,fitness)	Realiza tarea de selección de cromosomas dentro de la población. sus= tipo de selección de cromosomas ( <i>stochastic universal sampling</i> ) ap= cromosoma seleccionado fitness= resultado de su correspondiente <i>fitness</i>
5	recombin('xovsprs',sub_pob)	Realiza operación de recombinación. xovsprs= probabilidad de recombinación sub_pob= subpoblación seleccionada
6	mut(sub_pob,x)	sub_pob= subpoblación seleccionada x= grado de mutación 0.1-1.0
7	reins(ap_bin,sub_selec,1,1,fitness,fitness_nuevo)	Reinserta datos para generar una nueva población binaria y provee nuevo valor de <i>fitness</i> .

**Paso 2.** La imagen digital del patrón de franjas cerrado es dividido en subventanas de  $\varepsilon \times \eta$  pixeles, a cada una de las subventanas se les aplica la técnica de optimización, que consiste en conocer 2 variables o frecuencias  $\omega_x(x, y)$  y  $\omega_y(x, y)$  que provienen de la fase estimada dada por la ecuación (2).

$$\varphi_{estimada}(x, y) = \omega_x(x, y)(\varepsilon - x) + \omega_y(x, y)(\eta - y) + \varphi_0(x, y) \quad (2)$$

La función costo a minimizar propuesta por FSD para cada subventana se define por la ecuación (3), tal como se indica

$$U(x, y) = \sum_{(\varepsilon, \eta) \in N_{x, y}} \{I_n(\varepsilon, \eta) - \cos[\omega_x(x, y)(\varepsilon - x) + \omega_y(x, y)(\eta - y) + \varphi_0(x, y)]\}^2 \quad (3)$$

**Paso 3.** Corregir el error de ambigüedad, el cual consiste en dar continuidad a los pixeles de la imagen de la fase esto es: si se cumple la ecuación (4).

$$|\omega_x(x+1,y) - \omega_x(x,y)| + |\omega_y(x+1,y) - \omega_y(x,y)| \leq |\omega_x(x+1,y) + \omega_x(x,y)| + |\omega_y(x+1,y) + \omega_y(x,y)| \quad (4)$$

Entonces se toman los signos de la fase y frecuencias estimadas, ecuación (5).

$$[\omega_x(x+1,y), \omega_y(x+1,y), \varphi(x+1,y)] \quad (5)$$

Si no se cumple la ecuación (4) se cambian los signos de la ecuación (5).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros propuestos para la puesta en marcha de la técnica del AG+FSD aplicado a interferograma sintético de 128 x 128 pixeles en la estimación de la fase en cada una de las sub-ventanas en que se divide el patrón de franjas fueron los siguientes:

NVAR=2;	número de variables a optimizar ó numero de coeficientes del polinomio
ITER=200;	número de iteraciones
Nind=500;	número de cromosomas
N_bits=10;	número de bits por cada gen
N_genes=2;	número de genes (son 2 las frecuencias a estimar en cada pixel)

En la expresión (6) puede observarse la matriz de valores de la subventana original de 5 x 5 pixeles.

$$I_{original}(x,y) = \begin{bmatrix} 10.0241 & 27.5518 & 49.4006 & 38.1048 & 13.9358 \\ 27.5518 & 49.6157 & 36.2736 & 12.3616 & 16.9365 \\ 49.4006 & 36.2736 & 11.9202 & 18.4838 & 43.4312 \\ 38.1048 & 12.3616 & 18.4838 & 44.1421 & 46.8971 \\ 13.9358 & 16.9365 & 43.4312 & 46.8971 & 23.2622 \end{bmatrix} \quad (6)$$

En la matriz (7) se pueden apreciar los valores de la subventana estimada de 5 x 5, nótese la similitud que existe en cada elemento de la matriz original y la matriz estimada.

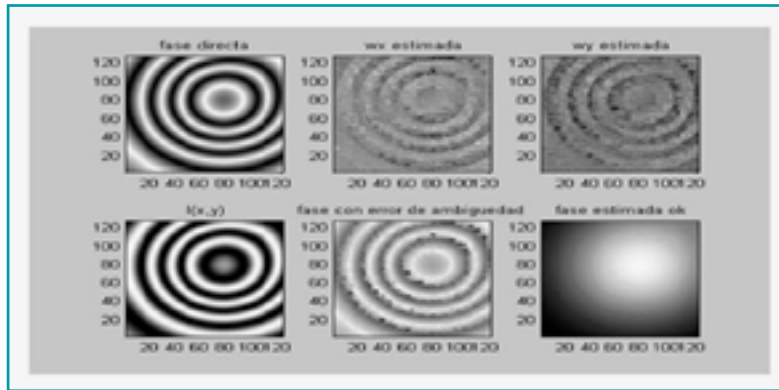
$$I_{demodulated}(x,y) = \begin{bmatrix} 11.2813 & 32.7233 & 49.9249 & 36.1014 & 12.7774 \\ 32.7233 & 49.9249 & 36.1014 & 12.7774 & 16.2708 \\ 49.9249 & 36.1014 & 12.7774 & 16.2708 & 41.1419 \\ 36.1014 & 12.7774 & 16.2708 & 41.1419 & 48.6640 \\ 12.7774 & 16.2708 & 41.1419 & 48.6640 & 27.1243 \end{bmatrix} \quad (7)$$

La figura 2 muestra la fase directa, el interferograma  $I(x,y)$ , las frecuencias estimadas, la fase estimada con error de ambigüedad y la fase buscada al aplicar AG+FSD en todo el interferograma.

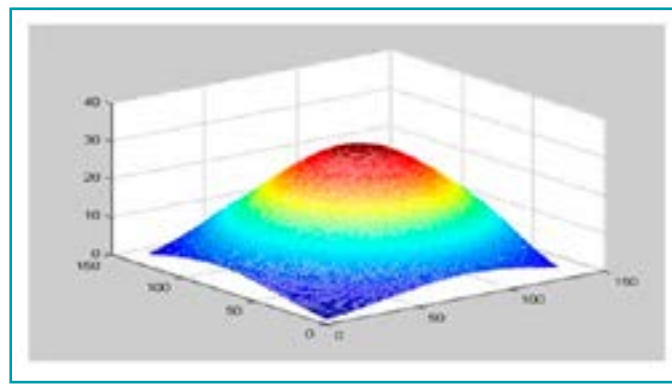
Por último, se puede apreciar en la figura 3, la fase estimada por AG+FSD en 3 dimensiones la imagen muestra el objetivo de la técnica en (3D).

## CONCLUSIONES

La optimización es uno de los campos más importantes dentro de la ciencia y la tecnología, en los términos: minimizar tiempos, costos, materiales y espacio; se hace referencia al objetivo principal de todo proyecto: optimizar. Existen diferentes técnicas de optimización aplicadas a la demodulación de patrones de franjas como lo son: enjambre de



**Figura 2.** Fase directa, interferograma, frecuencias estimadas, fase estimada con error y fase correcta encontrada.



**Figura 3.** Fase buscada o fase estimada.

partículas, colonia de hormigas, búsqueda armónica, etc. La ventaja del AG+FSD es que se hace uso de los *toolbox* de Matlab; los AG están aplicados en cientos de campos de la ingeniería resolviendo diversas problemáticas con excelentes resultados. En el presente trabajo no se buscó mejorar velocidad de respuesta en la demodulación del interferograma, sólo se demuestra la manera simple y efectiva del uso de herramientas de matlab aplicadas a la demodulación de un patrón de franjas cerrado por medio del cómputo-suave.

## REFERENCIAS

- ABIDA, A. Z., GDEISAT, M. A., BURTON, D. R., LALORA, M. J., ABDUL-RAHMANA, H. S. & LILLEYA, F. (2008). Fringe pattern analysis using a one-dimensional modified Morlet continuous wavelet transform. *Proceedings Of SPIE 7000*, Optical and Digital Image Processing, 70000Q-1.
- CHAN, P. H. & BRYANSTON-CROSS, P. J. (1995). Spatial Phase Stepping Method of Fringe-Pattern Analysis. *Optics and Lasers in Engineering*, 23(5): 343-354.
- KEMAO, Q. (2013). *Windowed Fringe Pattern Analysis*. SPIE Press.
- SERVIN, M. QUIROGA, J. A. & PADILLA, J. M. (2014). *Fringe Pattern Analysis for Optical Metrology: Theory, Algorithms and applications*. Wiley-VHC.

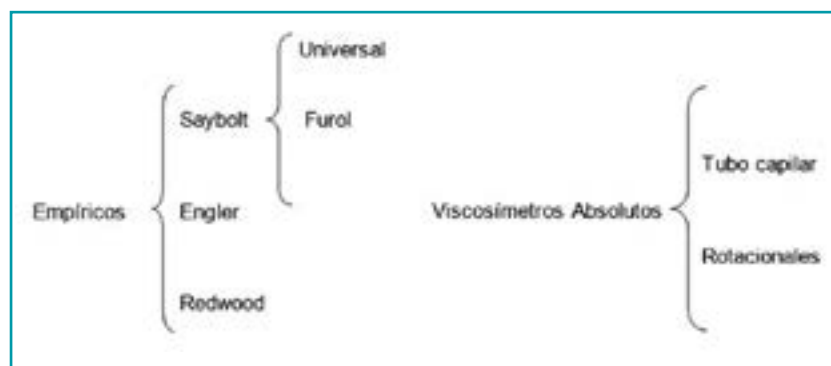
## DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN VISCOSÍMETRO DIDÁCTICO UNIVERSAL SAYBOLT

Carlos Humberto Saucedo Zárate<sup>1</sup>, Ernesto Gutiérrez Jiménez, Carlos Sánchez López, Mario Salvador Esparza González, Luis Antonio Castañeda Ramos

**Palabras clave:** viscosidad, transferencia de calor, ASTM, SAE.

### INTRODUCCIÓN

Los viscosímetros son instrumentos que se utilizan para determinar la facilidad o la resistencia a fluir de un líquido, llamada viscosidad dinámica y cinemática. Las unidades fundamentales de la viscosidad cinemática en aplicaciones de ingeniería son los Centistokes, las cuales son unidades de superficie sobre unidades de tiempo. Los viscosímetros se clasifican por su naturaleza en dos tipos, viscosímetros empíricos y absolutos (ver figura 1), ambos se relacionan directamente con la viscosidad cinemática y la viscosidad dinámica respectivamente (Mott, 2006). Los viscosímetros tienen diversas aplicaciones, tanto para la enseñanza y capacitación técnica como en laboratorios de pruebas en industrias de lubricantes y relacionadas.



**Figura 1.** Clasificación general de los viscosímetros en empíricos y absolutos.

El costo de los equipos de línea actualmente oscila entre los 15,000 y 100,000 pesos aproximadamente, en función del modelo y el fabricante. Una de las opciones para el soporte técnico de la educación pública es el autoequipamiento. Mediante el desarrollo de un diseño propio de equipo didáctico tipo Saybolt universal; en este sentido, esta investigación culmina con una propuesta de diseño y prototipo según las normas ASTM que rigen este tipo de dispositivos. Se muestra un ejemplo de su prueba experimental en un aceite SAE 50, la construcción de la tabla

1 Metal-Mecánica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes.  
Correo electrónico: carloshum777@hotmail.com

de datos y las gráficas experimental y teórica correspondientes. Se plantearon como objetivos de esta investigación aplicada el diseño, construcción y pruebas del prototipo de un Viscosímetro Universal Saybolt basado en la norma ASTM D88 conforme a la API, con la finalidad de implementarse como equipo auxiliar didáctico para el apoyo en las competencias del saber hacer de las asignaturas afines de la carrera de Ingeniería mecánica del ITA (Instituto Tecnológico de Aguascalientes).

## METODOLOGÍA

Para su diseño, se procedió inicialmente a la determinación de las características geométricas y la selección de materiales en función de los fenómenos físicos implicados. El marco teórico se conformó a partir de varias áreas de la Mecánica, principalmente del área de Hidráulica, Termodinámica y de propiedades físicas de los Materiales, así como de los modelos físicos matemáticos para describir el comportamiento de la viscosidad en fluidos newtonianos. La norma ASTM D88 rige el desarrollo de las pruebas (*American Society for Testing Materials [ASTM], 2005*), por lo que el diseño se enfocó en conseguir los parámetros físicos requeridos en este procedimiento normalizado. El viscosímetro didáctico Saybolt Universal fue modelado en software ANSYS™, siguiendo además la metodología de diseño mecánico (Shigley et al., 2011). El principio fundamental del viscosímetro Saybolt Universal consiste en descargar una muestra de aceite de 60 ml por un orificio normalizado de 1/16" (1.58 mm) de diámetro. El tiempo en segundos que tarda en descargarse esa muestra se denominan segundos universales Saybolt (SSU). Estos segundos universales se llevan a una ecuación empírica para determinar la viscosidad cinemática en Centiestokes.

La figura 2 muestra un viscosímetro Saybolt universal de patente con un sistema presurizado para alcanzar temperaturas de 100 °C para alturas mayores sobre el nivel del mar. El viscosímetro del ITA (ver figura 3) es en este primer prototipo un sistema abierto a la atmósfera y, por tanto, su temperatura de operación será menor a 100 °C.



**Figura 2.** A la izquierda se presenta como ejemplo de un sistema Saybolt universal de línea. El equipo con que cuenta la Escuela Técnica General Manuel Savio, en Rosario, Argentina. A la derecha se muestra el Saybolt didáctico propuesto, diseñado y desarrollado en el ITA.

Una vez realizado el diseño del sistema completo se procedió a la fase de manufactura y ensamble y a la realización de pruebas iniciales del prototipo con aceites de viscosidad conocida. Para realizar las pruebas experimentales de viscosidad de los aceites automotrices monogradados se empleó la siguiente instrumentación: viscosímetro didáctico Saybolt universal, resistencia de calentamiento sumergible, termómetro analógico, cronómetro y matraz calibrado a 60 ml. Los elementos principales se pueden observar en la figura 6.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diseño del sistema

**Diseño de la boquilla.** Para el diseño de la boquilla de descarga se utilizaron los principios fundamentales de la mecánica de fluidos como es el principio de la conservación de la energía o principio de Bernoulli. De la misma manera



se utilizó el principio de Torricelli para aplicarlo al cálculo de la descarga de un fluido por un orificio calibrado, abierto a la atmósfera. Se utilizaron las ecuaciones del número de Reynolds para modelar el tipo de flujo que se generaba, asumiéndolo como laminar dadas las bajas velocidades en las descargas. También fueron modeladas e incluidas las pérdidas por fricción que se presentan en todo conducto de fluidos, sin despreciarse en el modelo global. Las ecuaciones 1, 2 y 3 son las principales de diseño para la boquilla Saybolt. En la figura 3 se muestra la probeta de descarga y la boquilla normalizada.

$$V_2 = \frac{\sqrt{2gH_T}}{\sqrt{\frac{fL\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}{d_1} + \frac{1}{C_v}}} \quad \text{Ecuación 1 (Velocidad de descarga)}$$

$$N_R = \frac{V_2 d_2}{\nu} \quad \text{Ecuación 2 (Número de Reynolds)}$$

$$H_f = \frac{fLV_2^2}{2gd_2} \quad \text{Ecuación 3 (Pérdidas por fricción)}$$

De la figura anterior se observa la parte superior o probeta, su capacidad de almacenamiento efectivo de aceite de muestra se determinó como 79.8 ml, dejando un espacio para rebosadero de 19.8 ml, y con la capacidad suficiente para la cantidad de prueba normalizada según la D88. La probeta fue construida con un acero inoxidable 430 de uso alimenticio, con propiedades anticorrosivas y con propiedades ferromagnéticas, constituye una buena aproximación de una pared diatérmica ideal, se seleccionó un calibre 18, correspondiente a un espesor de 1.2 mm, sus propiedades termodinámicas favorecen el intercambio energético desde la fuente calorífica al objetivo, muestra experimental.

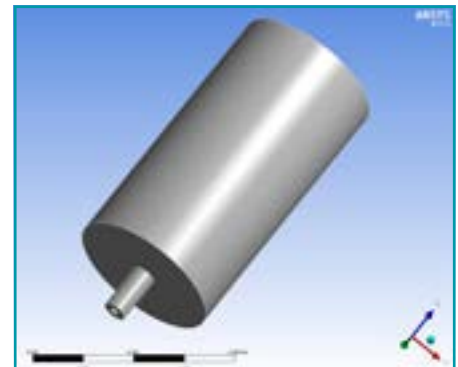


Figura 3. Probeta y boquilla de descarga ASTM.

**Diseño del recipiente por principios termodinámicos.** Para el diseño del recipiente donde se almacena el agua suave como elemento de transferencia de calor se determinó una capacidad total de 4.6 l y un volumen de trabajo de 2.5 l. Se aplicaron los principios fundamentales de la transferencia de calor en sus tres formas principales: conducción (ley de Fourier), convección libre y radiación. Se utilizó aislamiento en su pared exterior para tener propiedades adiabáticas, minimizando con ello las pérdidas por transferencia de calor y paredes diatérmicas en su interior para mayor transferencia del mismo hacia el elemento de prueba que es el aceite. La figura 4 muestra el recipiente de almacenamiento y viscosímetro (probeta y boquilla).

### Cálculos termodinámicos

**Cálculo de pérdidas de calor.** Las pérdidas de calor se calcularon a partir de la ecuación diferencial de transmisión de calor de Fourier:  $Q = kA \left(\frac{dt}{dr}\right)$ , sustituyendo el área A, para una pared curva cilíndrica  $A = 2\pi rz$  y separando variables de la ecuación diferencial, para integrar entre los límites, y aplicando propiedades de logaritmos se obtiene sucesivamente:  $Q \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r} = 2\pi z k \int_{t_i}^{t_o} dt$ ,  $Q \ln(r)^{r_o} = 2\pi z k(t)^{t_o}$ ,  $Q(\ln r_o - \ln r_i) = 2\pi z k(t_o - t_i)$ . El gradiente de temperaturas entre el interior y el exterior de la pared adiabática se identifica como  $(t_o - t_i) = (t_{ext} - t_{int})$  y de aquí por propiedades de logaritmos se obtiene la ecuación 4.

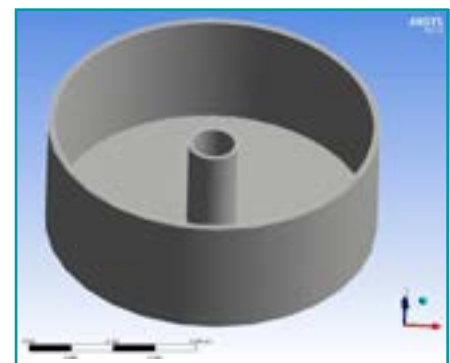


Figura 4. Recipiente de almacenamiento de agua suave con pared adiabática al exterior con viscosímetro ensamblado al centro, pared diatérmica en probeta (cilindro central).

La ecuación de transferencia de calor por convección libre se obtiene partiendo de la ecuación de Fourier:  $Q = A U \Delta t$ , el coeficiente global de transferencia de calor  $U$  se sustituye por el coeficiente convección libre  $h_c = 0.27 \left(\frac{t_i - t_e}{D_{int}}\right)^{0.25}$ , se obtiene  $Q = A \cdot 0.27 \left(\frac{t_i - t_e}{D_{int}}\right)^{0.25} \Delta t$ , al simplificar la expresión radical se tiene la ecuación 5.

Finalmente, la pérdida de calor por radiación, ley de Stefan-Boltzmann ecuación 6. Los resultados se muestran en la tabla 1.

$$Q = \frac{2\pi z k (t_{ext} - t_{int})}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$Q_{sum} = 2930 \text{ Btu/hora}$$

$$Q = 0.27 \sqrt[4]{\frac{\Delta t}{D_{int}}} A \Delta t \quad \text{Ecuación 5} \quad Q_{perdido} = 266.88 \text{ Btu/hora}$$

% calor perdido = 9.1

$$Q_r = \epsilon \alpha A (T_{int}^4 - T_{ext}^4) \quad \text{Ecuación 6}$$

**Tabla 1.** Pérdidas de calor por los diferentes fenómenos termodinámicos presentes

Conducción	Convección	Radiación
88.4 Btu/h	137.49 Tu/h	0.58 Btu/h

**Sistema de calentamiento.** El sistema de calentamiento se llevó a cabo por efecto Joule mediante una resistencia de calentamiento sumergible, la cual se introduce en agua suave para la transferencia de calor a temperaturas de operación conforme a la norma ASTM D-88, incrementando la temperatura desde 21 °C a 95 °C, aproximadamente. Las especificaciones de diseño termodinámico aparecen en la tabla 2 y en la figura 5 se indica la posición de resistencia eléctrica sumergible, incorporada al recipiente de calentamiento. Una imagen real de esta resistencia aparece dentro de la figura 6.



**Figura 5.** Sistema de calentamiento. Recipiente para agua suave con resistencia eléctrica sumergible indicada.

**Tabla 2.** Especificaciones de energía demandada y energía suministrada

Q requerido Btu/h	Q inyectado Btu/h	potencia en (W)	Resistencia en (Ohms)	Amperaje (A)
732.6	2930	900	17.4	7

Los resultados experimentales obtenidos al realizar las pruebas al aceite monogrado SAE 50 se muestran en la tabla 3. Mediante la ecuación empírica de Herschel y un factor de corrección para suavizar la curva de diseño, permitió obtener la viscosidad en Centiestokes y la derivación de una ecuación lineal obtenida por el método de mínimos cuadrados.

$$\text{Ecuación de Herschel} \quad v = 0.22t - \frac{180}{t} \quad \text{Ecuación 7}$$

Factor de corrección: Norma: ASTM D-341:

$$f = \frac{v_{teorica}}{v_{experimental}} \quad \text{Ecuación 8}$$

En la tabla 3 se tabulan las temperaturas de prueba en incrementos de 10 °C, la viscosidad en segundos universales SSU, el valor de viscosidad experimental en Cts calculada con la ecuación de Herschel, los datos de viscosidad teórica según norma SAE y el porcentaje de error.

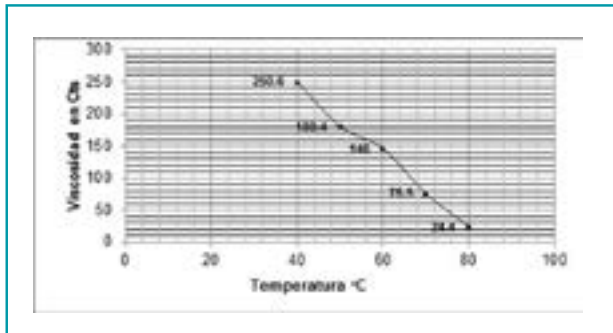
**Tabla 3.** Resultados experimentales para una muestra de aceite de viscosidad SAE 50

Temperatura °C	Viscosidad (SSU)	Viscosidad Cts (Exp.)	Viscosidad Cts (Teórica)	Error %
40	1140	250.6	256	2.1
50	821	180.4	-----	
60	665	146	-----	
70	346	75.5	-----	
80	118	24.4	-----	
90	-----	-----	-----	
100	-----	-----	21.3	

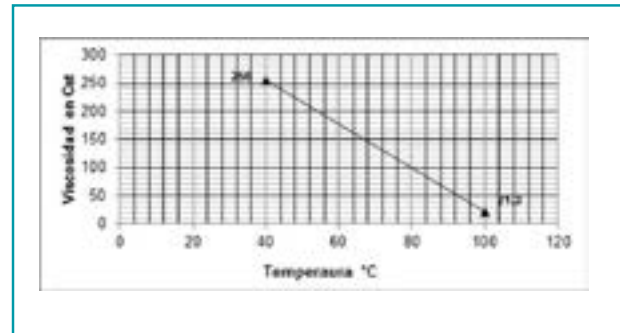


**Figura 6.** De izquierda a derecha: viscosímetro didáctico Saybolt, resistencia eléctrica de calentamiento y termómetro de carátula, cronómetro digital y termómetro láser.

Los resultados experimentales y teóricos se calculan por interpolación lineal. En las figuras 7 y 8 se presenta el comportamiento del aceite SAE 50, tanto experimental como teórico, acompañados por una ecuación linealizada de viscosidad en función de la temperatura. Cuando el porcentaje de error es mayor a 0.2% se aplica el factor de corrección a 40 °C bajo la norma ASTM D-341, la cual señala que se aplique la ecuación 8, la viscosidad cinemática teórica de la SAE entre la viscosidad experimental y dicho valor se multiplique por cada uno de los valores experimentales para suavizar la curva de diseño.



**Figura 7.** Curva experimental temperatura-viscosidad de la muestra de lubricante SAE 50.



**Figura 8.** Curva teórica temperatura-viscosidad, aceite automotriz SAE 50.

La ecuación lineal para el aceite SAE 50 en forma teórica es  $v(T) = 412.4 - 3.911 T$ , de la misma manera la ecuación lineal en forma experimental es  $v(T) = 469.7 - 5.573 T$ . Con este paso se completa el proceso de la determinación de la viscosidad según la norma ASTM D88 para un viscosímetro Saybolt universal.

## CONCLUSIONES

A partir de las curvas de viscosidad obtenidas se observan resultados aceptables dentro de los parámetros que marca la SAE; por lo anterior, se puede clasificar un fluido de acuerdo con esta norma mediante los procedimientos analíticos y experimentales ya descritos. Este viscosímetro fue diseñado para ser de bajo costo comparado con los equipos de línea, una gran ventaja para los sistemas de educación públicos.

De acuerdo con la experiencia adquirida en las pruebas en forma manual del viscosímetro Saybolt se sugiere la automatización del mismo para mejorar la seguridad del instructor y de los estudiantes, así como para la reducción del error humano en la toma de datos. Este instrumento didáctico fue entregado al Instituto Tecnológico de Aguascalientes para su Laboratorio de Ingeniería Mecánica con un manual de operación y prácticas sugeridas para el instructor y los estudiantes y además servirá como un estudio de caso integral en la asignatura Diseño y Prototipo de la especialidad Diseño para Manufactura y Ensamble.

## REFERENCIAS

- KERN, D.Q. (1999). *Procesos de transferencia de calor* (13ª. ed.). México: McGraw-Hill.
- MOTT, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (6ª. ed.). México: Pearson Educación.
- POTTER, M. C. y WIGGERT, D. C. (2002). *Mecánica de Fluidos* (3ª. ed.). México: Thompson.
- SHAMES, I. H. (1998). *Mecánica de fluidos* (3ª. ed.). Colombia: McGraw-Hill.
- SHIGLEY, E., BUDYNAS, R. G. & NISBETT, J. K. (2008). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (8ª. ed.). México: McGraw-Hill.

### Dictiotopografía

- ASTM D88-94 (2005). *Standard Test Method for Saybolt Viscosity*. West Conshohocken, PA, US: ASTM International. doi: 10.1520/D0088-94R05

## RESPUESTA DE UN CENTELLADOR DE NAI(TL)

Héctor René Vega Carrillo<sup>1</sup>, Víctor Martín Hernández Dávila,  
Consuelo Letechipía De León, Miguel Ángel Salas Luévano

**Palabras clave:** rayos  $\gamma$ , detector de centelleo, espectro, dosis.

### INTRODUCCIÓN

Los detectores de centelleo de NaI(Tl) son económicos, robustos, tienen alta eficiencia pero una pobre resolución. En combinación con un analizador multicanal se usan para obtener los espectros de altura de pulsos de rayos  $\gamma$ . Como parte de un espectrómetro el detector requiere ser calibrado en energía para correlacionar el número del canal donde se presentan los fotopicos de interés con la energía de fotón  $\gamma$ . También se calibran en eficiencia para correlacionar el área bajo la curva del fotopico con el número de fotones que emite la fuente (Gilmore, 2008; Yazdi, Mowlavi, Thompson & Hakimabad, 2004). Durante la calibración normalmente se usan fuentes puntuales donde el volumen del radioisótopo es muy pequeño y se encuentra empapelado entre dos cilindros delgados de plástico, con el fin de facilitar su manejo. Cuando el espectrómetro se usa para medir una fuente desconocida normalmente la geometría de la fuente es muy diferente a la de las fuentes usadas para calibrar y se hacen correcciones por autoabsorción y dispersión de fotones, y por las diferencias de los ángulos sólidos. Debido a la complejidad de estas correcciones se establecen supuestos o simplificaciones que no son adecuadas (Vega Carrillo, 1996, 2005).

El objetivo de este trabajo fue calcular las funciones de respuesta y la eficiencia de un detector de centelleo de NaI(Tl) ante fuentes  $\gamma$  puntuales y monoenergéticas, así como fuentes distribuidas en un cilindro de pasta de concreto tipo Portland. Con estos valores se propone una expresión simple para hacer las correcciones de la eficiencia cuando un NaI se calibra con fuentes puntuales y se usa para medir fuentes distribuidas.

### METODOLOGÍA

Mediante el código MCNP5 (X-5 Monte Carlo Team, 2003) se modeló un detector de centelleo de 7.62 cm de diámetro y 7.62 cm de altura, en el modelo se incluyó el reflector de MgO y el encamisado de aluminio del cristal. Debido a que el Tl aparece en una concentración de trazas, para modelar el cristal sólo se usó el Na y el I. Las fuentes de calibración se modelaron emulando

---

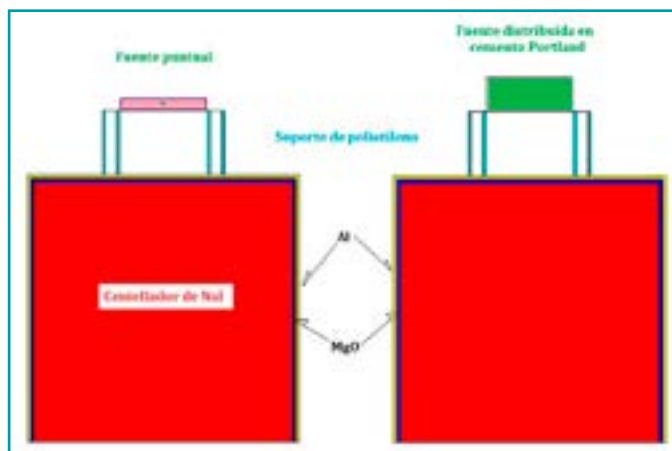
1 Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: fermineutron@yahoo.com

las características de las fuentes reales, así se modelaron como un cilindro de 2.54 cm de diámetro y 0.32 cm de altura de plástico. En el modelo la fuente se colocó sobre un soporte cilíndrico hueco de polietileno de 1.90 cm de altura con paredes de 0.08 cm de espesor. En otro modelo la fuente se estructuró como un cilindro de 2.53 cm de diámetro y 1.06 cm de altura hecho de pasta de cemento Portland (McConn, Gesh, Pagh, Rucker & Williams, 2011) que se colocó sobre el soporte de polietileno. En este caso, la fuente monoenergética se distribuyó en el volumen del cilindro.

En la figura 1 se muestran ambos modelos. Se calcularon los espectros de altura de pulsos que mide el detector para fuentes monoenergéticas de rayos  $\gamma$  desde 0.4 hasta 3 MeV, incluyendo las energías de 0.511, 0.662, 1.17, 1.27 y 1.33 MeV, que son los fotones que emite el  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{22}\text{Na}$  y el  $^{60}\text{Co}$  de las fuentes puntuales reales. Usando el área bajo la curva de los fotopicos se calcularon las funciones de respuesta de las fuentes puntuales y las distribuidas en pasta de cemento Portland. Las eficiencias calculadas se usaron como factor de corrección para medir fuentes distribuidas cuando el detector se calibra con fuentes puntuales mediante la ecuación 1.

$$\varepsilon_{\text{CC}}(E) = \varepsilon_{\text{P}}(E) \frac{\varepsilon_{\text{CC,MC}}(E)}{\varepsilon_{\text{P,MC}}(E)} \quad (1)$$

En esta ecuación  $\varepsilon_{\text{CC}}(E)$  es la eficiencia experimental de los cilindros de cemento,  $\varepsilon_{\text{P}}(E)$  es la eficiencia experimental medida con las fuentes puntuales,  $\varepsilon_{\text{CC,MC}}(E)$  es la eficiencia calculada mediante Monte Carlo de los cilindros de cemento y  $\varepsilon_{\text{P,MC}}(E)$  es la eficiencia calculada para el caso de las fuentes puntuales.



**Figura 1.** Modelos del centellador con la fuente puntual y la distribuida.

La  $\varepsilon_{\text{P}}(E)$  del NaI se midió usando tres fuentes puntuales de  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{60}\text{Co}$ , cuya actividad es trazable al Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos. Para verificar el procedimiento se prepararon tres cilindros de pasta de cemento Portland usando una razón entre agua y cemento de 0.45. El diámetro y la longitud promedio de los cilindros resultaron de  $2.53 \pm 0.01$  cm y  $1.06 \pm 0.04$  cm, respectivamente. La densidad promedio de los cilindros fue de  $2.1 \pm 0.1$  g/cm<sup>3</sup>. Uno de los cilindros se usó para hacer las mediciones de fondo y los otros dos se expusieron, individualmente, ante el campo de los fotoneutrones (Konefal, Polazek-Grelik & Zipper, 2008) de un acelerador lineal de 15 MV para radioterapia del Centro Estatal de Cancerología del estado de Nayarit con el fin de inducir activación y medir la actividad específica de los radioisótopos inducidos en el cemento. Durante la irradiación el acelerador operó con fotones de hasta 15 MV depositando 12 Gy en el isocentro, que se ubicó a 1 m del blanco del acelerador y a 5 cm de profundidad de un maniquí de agua sólida de 30 x 30 x 15 cm. El campo

de irradiación fue de 20 x 20 cm (Benites Rengifo, Vega Carrillo & Velázquez Fernández, 2014). En la figura 2 se muestra el acelerador lineal, el maniquí o fantoma de agua sólida y el sitio donde se colocaron los cilindros de pasta de cemento Portland.

Cada cilindro de cemento se irradió por separado usando las mismas condiciones de irradiación. Una vez que se irradió el cilindro se trasladó al sistema espectrométrico de rayos  $\gamma$  y se obtuvo el espectro de altura de pulsos, donde se identificaron los radioisótopos inducidos y la actividad de cada isótopo se calculó mediante la ecuación 2.



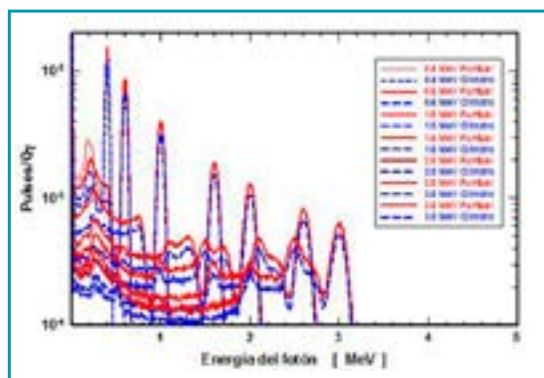
**Figura 2.** Ubicación de los cilindros de pasta de cemento Portland.

$$A = \frac{N e^{\lambda t_c}}{\varepsilon_{CC} p_{\gamma} t_m} \quad (2)$$

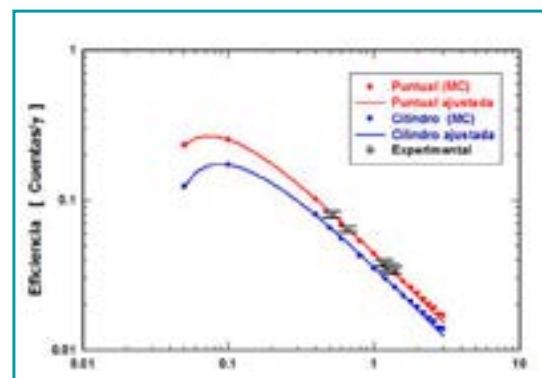
En esta ecuación A es la actividad inducida, N son las cuentas netas bajo el fotopico de interés,  $\lambda$  es la constante de decaimiento del radioisótopo inducido,  $t_c$  es el tiempo de enfriamiento, que es el tiempo que transcurre desde que el acelerador se detiene y se inicia la medición del espectro de altura de pulsos,  $p_{\gamma}$  es la probabilidad de emisión del fotón  $\gamma$  por cada desintegración,  $t_m$  es el tiempo usado para acumular el espectro de altura de pulsos y  $\varepsilon_{CC}$  es la eficiencia de medición del fotón  $\gamma$  para una fuente distribuida que se calculó con la ecuación 1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3 se muestran los espectros de altura de pulsos para las fuentes monoenergéticas, puntuales y distribuidas en cemento, calculadas mediante Monte Carlo. Conforme la energía del fotón aumenta la anchura de los fotopicos aumenta, esto es un comportamiento típico de los detectores de NaI(Tl) (Gilmore, 2008). Los espectros de las fuentes puntuales son más grandes que los de las fuentes distribuidas en cemento, a pesar de que el ángulo sólido entre la superficie del cilindro de contacto y la superficie del detector es mayor que el subtendido entre la fuente puntual y la superficie del detector. Esto implica que los rayos gamma son absorbidos y dispersados por el cilindro. En la figura 4 se muestra la eficiencia de detección de los fotones para la fuente puntual y la fuente distribuida en cemento, la incertidumbre de los cálculos Monte Carlo es menor o igual al 1 %, los valores de las eficiencias se ajustaron a una



**Figura 3.** Espectros de altura de pulsos calculados para las fuentes puntuales y distribuidas.



**Figura 4.** Eficiencias de detección, calculadas y medidas, para las fuentes puntuales y distribuidas.

función continua. En la misma gráfica se han incluido los valores medidos de la eficiencia del detector para fotones de 0.511, 0.662, 1.17, 1.25 y 1.33 MeV emitidos por las fuentes puntuales de calibración de  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  y  $^{60}\text{Co}$ . Las incertidumbres de las eficiencias medidas son menores o iguales a 4%. Se observa que las eficiencias calculadas coinciden con las eficiencias medidas.

La eficiencia es mayor cuando usamos una fuente puntual que cuando la fuente está distribuida en el cemento, lo que confirma la autoabsorción de los fotones en el cemento. En la medición de la actividad inducida en los tres cilindros de cemento se observaron fotopicos en 846, 1368 y 1778 keV producidos por el  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{24}\text{Na}$  y el  $^{28}\text{Al}$ , correspondientemente, cuyas vidas medias son 2.58 h, 14.96 h y 2.24 min, respectivamente. Estos radioisótopos se indujeron por la absorción de un neutrón en el  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{23}\text{Na}$  y el  $^{27}\text{Al}$  presentes en el cemento Portland. Para cada radioisótopo y cilindro se calculó la actividad inducida y se obtuvo el promedio que se dividió entre la masa del cilindro para obtener la actividad específica que fue de  $0.1543 \pm 0.0199$  Bq/g,  $0.5021 \pm 0.1893$  Bq/g y  $1.9770 \pm 0.2804$  Bq/g para el  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{24}\text{Na}$  y  $^{28}\text{Al}$ , respectivamente. Estos radioisótopos han sido también reportados en aceleradores lineales para terapia (Konefal, Orlef, Laciak, Ciba & Szewczuk, 2012; Polaczek-Greluk, Karaczyn & Konefal, 2012).

## CONCLUSIONES

Mediante métodos Monte Carlo se estimaron los espectros de altura de pulsos y la eficiencia de un detector de centelleo de NaI(Tl) para fuentes monoenergéticas de rayos  $\gamma$ . Las fuentes se modelaron puntuales y distribuidas en pasta de cemento Portland. La razón de las eficiencias calculadas se usó para obtener la eficiencia de detección de un cilindro de cemento a partir de la eficiencia obtenida con fuentes puntuales. Cilindros de pasta de cemento Portland se prepararon y expusieron al campo de los fotoneutrones de un acelerador lineal de 15 MV. Los fotoneutrones activaron algunos de los elementos del cemento. Mediante un espectrómetro de rayos  $\gamma$  con un detector de NaI(Tl) se midieron los cilindros y se identificaron los radioisótopos inducidos y la actividad específica. De los resultados obtenidos las conclusiones más importantes son las siguientes:

- Las eficiencias Monte Carlo permiten obtener la eficiencia de una fuente distribuida a partir de la eficiencia medida usando fuentes puntuales.
- El procedimiento propuesto permite tomar en cuenta la diferencia entre los ángulos sólidos, la absorción y la dispersión de los fotones en la fuente distribuida.
- Los fotoneutrones de un acelerador lineal de radioterapia activaron los elementos del cemento Portland produciendo  $^{56}\text{Mn}$ ,  $^{24}\text{Na}$  y  $^{28}\text{Al}$ .
- Las actividades específicas inducidas en el cemento Portland fueron  $0.1543 \pm 0.0199$  Bq/g para el  $^{56}\text{Mn}$ ,  $0.5021 \pm 0.1893$  Bq/g para el  $^{24}\text{Na}$ , y  $1.977 \pm 0.2804$  Bq/g para el  $^{28}\text{Al}$ .



## REFERENCIAS

- BENITES RENGIFO, J. L., VEGA CARRILLO, H. R. & VELÁZQUEZ FERNÁNDEZ, J. (2014). Photoneutron spectrum measured with a Bonner sphere spectrometer in planetary method mode. *Applied Radiation and Isotopes*, 83 Part C: 256-259.
- GILMORE, G. (2008). *Practical gamma-ray spectrometry*. Sussex, UK: Wiley.
- KONEFAL, A., ORLEF, A., LACIAK, M., CIBA, A. & SZEWCZUK, M. (2012). Thermal and resonance neutrons generated by various electron and x-ray therapeutic beams from medical linacs installed in Polish oncological centers. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, 17(6): 339-346.
- KONEFAL, A., POLACZEK-GRELIK, K. & ZIPPER, W. (2008). Undesirable nuclear reactions and induced radioactivity as a result of the use of the high-energy therapeutic beams generated by medical linacs. *Radiation Protection Dosimetry*, 128(2): 133-145.
- McCONN JR., R. J., GESH, C. J., PAGH, R. T., RUCKER, R. A. & WILLIAMS, R. G. (2011). Compendium of material composition data for radiation transport modeling. *Pacific Northwest National Laboratory report PNNL-15870*, Rev. 1.
- POLACZEK GRELIK, K., KARACZYN, K. & KONEFAL, A. (2012). Nuclear reactions in linear medical accelerators and their exposure consequences. *Applied Radiation and Isotopes*, 70(10): 2332-2339.
- VEGA CARRILLO, H. R. (1996). Geometrical efficiency for a parallel disk source and detector. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 371(3): 535-537.
- VEGA CARRILLO, H. R. (2005). Erratum to "Geometrical efficiency for a parallel disk source and detector" [Nucl. Instr. And Meth. A 371 (1996) 535-537]. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 538(1-3): 814.
- X-5 MONTE CARLO TEAM (2003). MCNP-A general Monte Carlo N-particle transport code, version 5. *Los Alamos National Laboratory report LA-CP-03-0245*.
- YAZDI, M. H., MOWLAVI, A. A., THOMPSON, M. N. & HAKIMABAD, H. M. (2004). Proper shielding for NaI(Tl) detectors in combined neutron-g fields using MCNP. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 522(3): 447-454.

## REACTOR NUCLEAR SUBCRÍTICO CON CILINDROS CONCÉNTRICOS DE URANIO NATURAL

Claudia Rafela Escobedo Galván<sup>1</sup>, Héctor René Vega Carrillo,  
Víctor Martín Hernández Dávila

**Palabras clave:** diseño, Monte Carlo, subcrítico,  $k_{\text{eff}}$ .

### INTRODUCCIÓN

Algunos países desarrollados están limitando su expansión así como la producción de energía nuclear entre los que destacan Japón, Alemania, Suiza, etc. Otros, como India y China, aún continúan con los planes de construcción de plantas nucleares; en el caso de Latinoamérica, las expectativas para el uso de esta energía son prometedoras (Honty, 2011). La energía nuclear es económicamente viable y cumple con más de 20% de la demanda mundial de electricidad. Esta energía puede satisfacer sin complicaciones las demandas energéticas que se tienen actualmente (Lafuente & Piera, 2011).

La mayoría de los países satisfacen sus demandas energéticas mediante el consumo en combustibles fósiles, lo que contribuye al calentamiento global a través de la emisión de gases como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, o carbono. Para evitar esto se ha empleado el uso de energías alternas como la eólica, hidráulica, solar y energía nuclear, etc. Pero ninguna de éstas, en forma aislada, puede satisfacer por completo la demanda energética. A corto plazo sólo la energía nuclear lo puede hacer (Echeverría, Sarabia & Venegas, 2012).

La presencia de la energía nuclear en América Latina ha sido muy poco significativa. De acuerdo con los análisis de prospectiva de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el consumo global de electricidad en América Latina alcanzará los 1,438 TWh en el año 2030, por lo que ya es una necesidad la construcción de plantas nucleares en Latinoamérica (Marin, 2002). Para las centrales nucleares el objetivo principal es proteger al individuo, a la sociedad y al medio ambiente estableciendo y manteniendo en ellas medidas eficaces contra los riesgos radiológicos (Abu-Khander & Marden, 2009).

Los reactores nucleares se clasifican en reactores de potencia (cuyo fin es producir energía), de investigación y de enseñanza. Estos últimos se usan para medir parámetros importantes de la física de reactores, sin exponer al profesor o al estudiante a la radiación. También se realizan

---

1 Unidad Académica de Estudios Nucleares, Universidad Autónoma de Zacatecas.  
Correo electrónico: rafelaescobedo@hotmail.com

experimentos en donde se modifica la geometría del núcleo del reactor; en forma limitada estos reactores también se usan para hacer investigación.

Los parámetros más importantes de un reactor son: el factor de multiplicación ( $k_{\text{eff}}$ ), la reactividad, la distribución espacial de los neutrones, el espectro de los neutrones dentro y fuera del núcleo del reactor y la dosis equivalente ambiental en los puntos ubicados fuera del reactor (González Puin, Vega Carrillo & Martínez Ovalle, 2013). El factor de multiplicación efectivo ( $k_{\text{eff}}$ ) es la razón entre los neutrones que se producen en la generación  $i+1$  y los neutrones que se produjeron en la generación  $i$ . Si  $k_{\text{eff}} > 1$  el reactor es crítico, si  $k_{\text{eff}} < 1$  el reactor es subcrítico (Vega Carrillo, 2012).

Los reactores subcríticos o de enseñanza son dispositivos en donde se inicia la reacción de fisión y se mantiene con una fuente externa de neutrones (Vega Carrillo, Esparza García & Sánchez, 2015); en México existen dos ensambles subcríticos, uno en el Politécnico Nacional (Cd. México) y el segundo se encuentra en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); ambos son Nuclear Chicago 9000. El reactor de la UAZ es heterogéneo que usa agua ligera como moderador, el uranio es natural metálico  $\text{U}_3\text{O}_8$ , la capacidad total de este reactor es de 2,618 kg de uranio, la vasija es de forma cilíndrica con una de 152.4 cm y un diámetro de 121.92 cm, el arreglo del reactor es de forma hexagonal en cuyo centro hay una barra en donde se incrusta la fuente de neutrones que es de  $^{239}\text{PuBe}$  que emite [ $Q = 1.01 \text{ E } (7) \text{ n/s}$ ] (Vega Carrillo, Hernández Dávila, Rivera & Sánchez, 2014). Bajo estas condiciones la  $k_{\text{eff}}$  es 0.85683, un factor de amplificación  $\mu = 6.985$ , una potencia del reactor de  $P = 1.42 \text{ mW}$ , emitiendo un flujo máximo de  $\phi_{\text{Máx}} = 2.93 \text{ E}(4) \text{ n/cm}^2\text{-s}$  y una dosis ambiental en la periferia de  $1.86 \text{ } \mu\text{Sv/h}$  (Vega Carrillo, 2012).

El objetivo de este trabajo fue diseñar un minirreactor nuclear subcrítico con moderador de agua ligera, fuente de  $^{239}\text{PuBe}$  y combustible de uranio natural en forma de cilindros concéntricos.

## METODOLOGÍA

Mediante métodos Monte Carlo se diseñó el minirreactor nuclear subcrítico. En el diseño se calcularon la  $k_{\text{eff}}$ , los espectros de neutrones,  $\phi_{\text{e}}(E)$ , la dosis equivalente ambiental ( $H^*(10)$ ), en función de la cantidad de combustible. Con la fuente de  $^{239}\text{PuBe}$  en el centro se colocó a 5.5 cm de distancia un anillo de uranio natural de 3 cm de espesor y 36 cm de altura. Este arreglo se mantuvo en un medio de agua ligera de un radio de 50 cm y 50 cm de altura. A este arreglo se le agregó un segundo anillo hasta completar cinco. Los cálculos se realizaron con el código MCNP5 y las bibliotecas de secciones eficaces ENDF/VII. En la figura 1 se muestra el diseño que se realizó con métodos Monte Carlo.

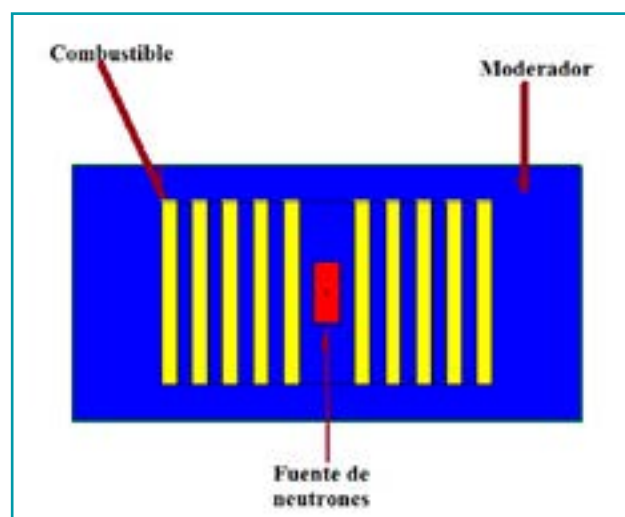


Figura 1. Minirreactor con cinco anillos de uranio concéntricos.

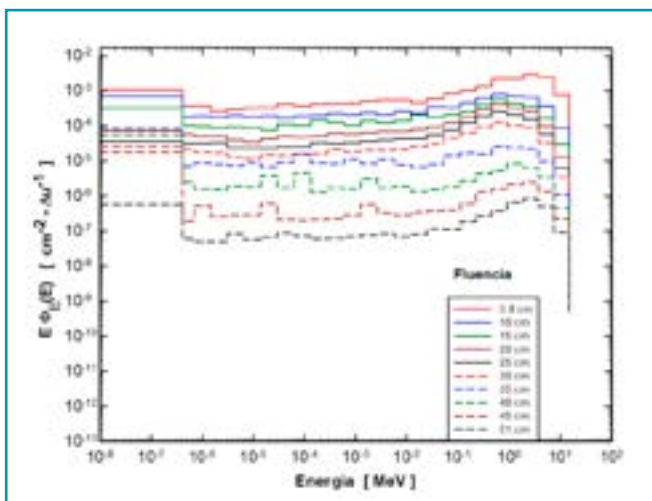
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra el valor de la  $k_{\text{eff}}$  en función del número de anillos y la masa de combustible.

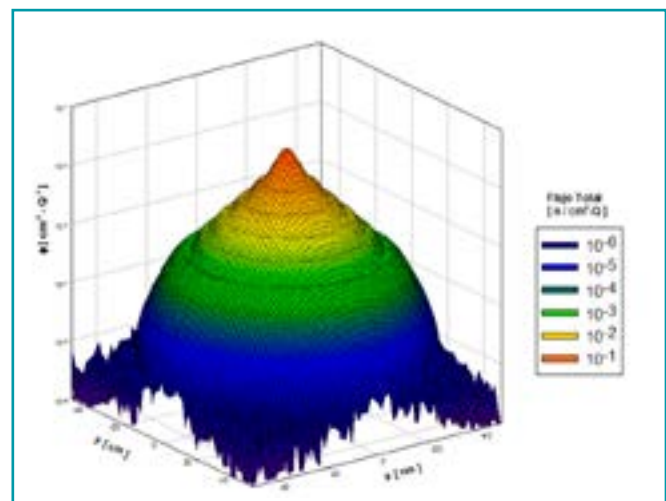
**Tabla 1.** Variación de la  $k_{\text{eff}}$  y la masa en función del número de anillos

# de anillos	Masa (kg)	$k_{\text{eff}}$
1	90.7	$0.53 \pm 3.5 e^{-2}$
2	168.5	$0.64 \pm 6.6 e^{-2}$
3	246.2	$0.73 \pm 5.8 e^{-2}$
4	324	$0.80 \pm 5.6 e^{-2}$
5	401.8	$0.82 \pm 5.8 e^{-2}$

En el primer caso (1 anillo), el valor de la  $k_{\text{eff}}$  fue de 0.53, necesitando una masa de 90.7 kg de uranio. Conforme el número de anillos aumenta se observa el incremento de la  $k_{\text{eff}}$ . Esto se debe a que se aumenta la cantidad de combustible, lo que propicia que haya una mayor cantidad de  $U^{235}$ . Así, el minirreactor de 5 anillos tiene una  $k_{\text{eff}}$  similar a la del reactor Nuclear Chicago 9000, que usa 2.5 toneladas de uranio natural, mientras que el minirreactor usa aproximadamente 400 kg. En la figura 2 se muestran los espectros de neutrones a lo largo del radio del reactor nuclear subcrítico con 5 anillos de uranio. La cantidad de neutrones cerca de la fuente es mayor que la cantidad de neutrones fuera del reactor; sin embargo, los espectros son similares, ya que encontramos neutrones rápidos ( $< 10^1$  MeV), epitérmicos ( $10^{-6} - 10^1$  MeV) y térmicos ( $10^{-8} - 10^{-6}$  MeV). En la figura 3 se presenta la distribución espacial del flujo total de neutrones en el plano medio de la fuente de neutrones. El mayor flujo se observa en el centro del reactor y se nota la estructura anular del combustible.



**Figura 2.** Espectros de neutrones a lo largo del radio del reactor con 5 anillos.



**Figura 3.** Flujo de neutrones.

En la figura 4 se presenta la distribución espacial de la dosis ambiental calculada en el plano medio de la fuente de neutrones. La mayor  $H^*(10)$ , como el flujo, se encuentra en el centro del minirreactor y la menor dosis en la periferia del mismo. Debido a que dentro del reactor los espectros de neutrones cambian, los valores de la  $H^*(10)$  se ven modificados, ya que en la figura 4 se nota la estructura anular del reactor.

## CONCLUSIONES

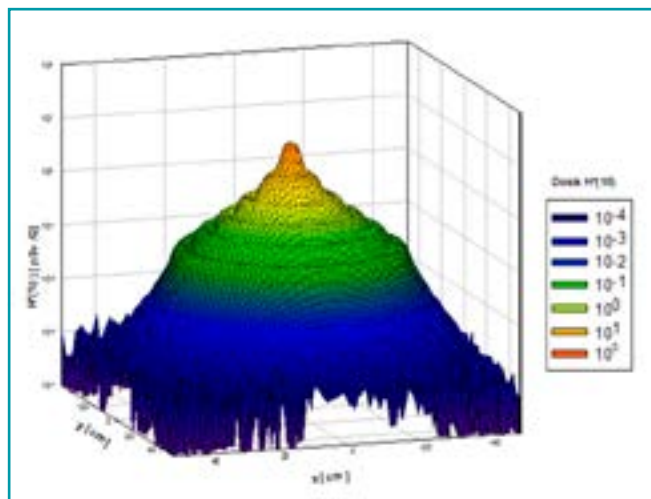
Se diseñó un minirreactor nuclear subcrítico con moderador de agua ligera, con fuente de  $^{239}\text{PuBe}$  y combustible de uranio natural en forma de cilindros concéntricos.

Conforme la cantidad de combustible aumenta la  $k_{\text{eff}}$  se incrementa.

Los espectros dentro del reactor tienen la estructura de los neutrones de un reactor de fisión.

El mayor flujo de neutrones se encuentra en el centro del minirreactor, donde la cantidad de neutrones rápidos es aproximadamente igual a la de los térmicos. Cerca del último anillo la cantidad de neutrones térmicos supera a la de los rápidos.

La  $H^*(10)$  disminuye más rápido entre el último anillo de combustible y la periferia del reactor entre la fuente y el último anillo.



**Figura 4.** Dosis ambiental  $H^*(10)$ .

## REFERENCIAS

- ABU-KHANDER, M. & MARDEN, M. (2009). Recent advances in nuclear power: A review. *Progress in Nuclear Energy*, 51(2): 225-235.
- ECHEVERRÍA, F., SARABIA, A. y VENEGAS, P. L. (2012). Valuación económica de proyectos energéticos mediante opciones reales: el caso de energía nuclear en México. *Ensayos Revista de Economía*, 31(1): 75-98.
- GONZÁLEZ PUIN, L. X., VEGA CARRILLO, H. R. y MARTÍNEZ OVALLE, S. A. (2013). Espectros de neutrones producidos por fuente de  $^{239}\text{Pu-Be}$  en reactor nuclear. *Revista Ciencia en Desarrollo*, 4(2): 7-11.
- HONTY, G. (2011). Energía nuclear en América Latina: el día después. *La revista Nueva Sociedad*, 234, 1-13.
- LAFUENTE, A. & PIERA, M. (2011). Nuclear fission sustainability with subcritical reactors driven by external neutron sources. *Annals of Nuclear Energy*, 38(4): 910-915.
- MARÍN, C. E. (2002). La producción de electricidad de origen nuclear en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 33, 65-77.
- VEGA CARRILLO, H. R. (2012). *Teoría de Reactores Nucleares*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- VEGA CARRILLO, H. R., Esparza Garcia, I. R. & Sánchez, A. (2015). Features of a subcritical nuclear reactor. *Annals of Nuclear Energy*, 75, 101-106.
- VEGA CARRILLO, H. R., Hernández Dávila, V. M., Rivera, T. & Sánchez, A. (2014). Nuclear and dosimetric features of an isotopic neutron source. *Radiation Physics and Chemistry*, 95, 122-124.

## ESTRATEGIA DE INTEGRACIÓN DE TIC EN UNA ASIGNATURA DE LAS ESCUELAS DE NEGOCIOS

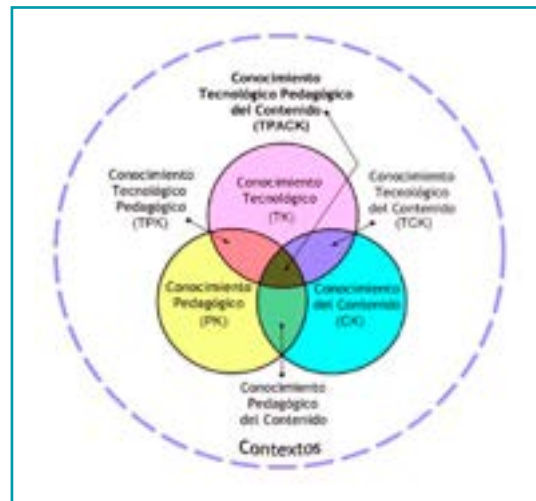
María Guadalupe Carbajal Jara<sup>1</sup>,  
Ricardo Castañeda Martínez

**Palabras clave:** modelo de negocios, trabajo y aprendizaje colaborativo, estrategias y técnicas de integración de tecnología.

### INTRODUCCIÓN

El ciudadano del siglo XXI se ha enfrentado a una nueva revolución tecnológica provocada por la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la mayoría de sus actividades cotidianas. Los nuevos recursos tecnológicos están modificando nuestra forma de relacionarnos como seres humanos, la forma cómo adquirimos y transmitimos la cultura, nuestra forma de ver el mundo e inclusive la forma en que hacemos negocios y hasta en la educación. Un ejemplo de ello es la Metodología TPACK, la que hace referencia a una planificación didáctica que debe *centrarse en el tipo de alumnos a los que va dirigida, y en los contenidos que se tienen que enseñar* –el currículo–. Se debe conocer el cómo enseñar; es decir, didáctica o pedagogía general: gestionar un aula, realizar una programación didáctica, escribir objetivos, etc. Además de las particularidades de la disciplina que se quiere enseñar, y ahora, el conocimiento tecnológico (Fundación UNAM, 2013). El conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (TPACK) supone integrar lo que el docente sabe sobre la materia que desea impartir, los métodos didácticos más adecuados a la situación concreta de los alumnos, además de cómo integrar la tecnología para enseñar (mejor) un contenido concreto (Véase la figura 1). Y se debe tener en cuenta la influencia que tiene el contexto en el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos, desde los niveles económicos y culturales, experiencias, conocimientos del lenguaje, conocimientos previos, etc. (Vallejo, 2013). Una actividad que favorece a la educación actual es el trabajo colaborativo; una estrategia de enseñanza-aprendizaje de trabajo en pequeños grupos en oposición al trabajo individual y aislado de los estudiantes, un trabajo que es realizado por todos los miembros que forman parte del equipo para llegar a metas comunes previamente establecidas, por oposición al trabajo individual y competitivo entre los pertenecientes a un grupo de una clase (Cabero y Márquez, 1999).

1 División Ciencias de la Vida, Universidad de Guanajuato sede Irapuato.  
Correo electrónico: ma.g.carbajal@hotmail.com



**Figura 1.** Metodología TPACK. Fuente: Vallejo (2013).

De esta manera, el proceso de construcción del conocimiento se origina en la interrelación social de las personas que comparten, comparan y discuten ideas, a través de un proceso interactivo en el que quien aprende construye su propio conocimiento. El trabajo colaborativo fomenta la producción de un alto nivel de éxito entre los estudiantes, debido al interactivo intercambio de ideas y opiniones entre los participantes del grupo, estimula la iniciativa individual, la toma de decisiones y despierta la motivación, logrando una mayor productividad individual y grupal.

### **Aprendizaje colaborativo como herramienta integradora de las TIC**

Dentro del proceso de aprendizaje colaborativo se encuentran una serie de estrategias que lo identifican y describen; tales como interactuar, aprender a aprender, desarrollar la autogestión, la construcción del conocimiento, todas vinculadas al desarrollo de competencias, al uso de la tecnología de información y a la acción de un aprendizaje auto-dirigido, donde la responsabilidad individual es valorada y monitoreada por cada integrante participante; además, viabiliza el trabajo colaborativo y facilita el acceso a la información y a los contenidos de aprendizaje (Cabero, 2007).

Actualmente, es esencial apostar a la formación tecnológica que conlleve una metodología de apoyo para que el docente pueda evolucionar desde su rol de transmisor de conocimientos a filtrador y guía en la interpretación de los mismos (González, 1997). Finalmente, hoy día existen universidades que están trabajando en una serie de líneas de investigación relacionadas con el uso y aplicación de las TIC, integrando el aprendizaje colaborativo y utilizando aplicaciones multimedia interactivas, pedagogía de la educación a distancia, comunicaciones virtuales, etc. En este ámbito educativo, la incorporación de las TIC debe ser capaz de fomentar la participación en grupos, volver a los estudiantes más activos y promover una educación que poco a poco logre disminuir la pasividad en la enseñanza y aumente la interacción alumno-profesor-temarios. Esta revolución no se trata de computadoras y de la informática, va más allá, se trata de un nuevo paradigma de convivencia social, en donde el uso adecuado de los nuevos recursos tecnológicos permitirán al ciudadano ser un ente competitivo, participativo e integrado en la sociedad de la información y comunicación, la sociedad del siglo XXI.

## **METODOLOGÍA**

Para realizar la presente investigación en las escuelas de negocios se seleccionó la asignatura Plan de Negocios incluida en la currícula de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato (ITESI), misma que se analizó y arrojó que, a pesar de ser una asignatura con el objetivo de proporcionar herramientas de valor para la realización de un proyecto que pueda ser gestionado desde distintos

enfoques y que cumpla con los lineamientos necesarios para ser rentable, factible e integral; no existe un aprendizaje real por parte de los estudiantes en cuanto a la realización del plan y tampoco se logra consolidar la empresa o proyecto de manera eficiente y física.

En este contexto, es de vital importancia que los estudiantes, siendo los actores principales del *plan de negocios* sean capaces de iniciar su proyecto de forma concreta y colaborativa para lograr una preparación profesional íntegra. Es por ello que dentro de esta investigación se propone como actividad didáctica el desarrollo y complementación del *Lean CANVAS* (fusión entre modelos de negocio y la metodología *Lean Startup*), basado en el diseño de nuevos escenarios y la conceptualización del modelo de negocio de una empresa (véase la figura 2). Se trata de un lienzo similar al *Business Model Canvas*, pero con algunos cambios, sobre todo en cuanto a enfoque: “En el *Lean Canvas*, el lado derecho sigue representando el MERCADO, pero el lado izquierdo representa el PRODUCTO (unidad de trabajo más real para una *startup*)”.



Figura 2. Lienzo del modelo de negocios *Lean Canvas*.Elaboración propia basado en Maurya (2012).

### Estrategia de integración de tecnología en la actividad didáctica

Existe una gran cantidad de estrategias y técnicas didácticas, así como diferentes clasificaciones. Aquí se hará mención de dos diferentes tipos de observación: la primera es la *participación* (véase tabla 1), corresponde a las personas que se involucran en el proceso de aprendizaje, que va desde el autoaprendizaje hasta el aprendizaje colaborativo, la segunda es el *alcance*, donde se toma en cuenta el tiempo que se invierte en el proceso didáctico (véase tabla 2). Desde la perspectiva de la participación se distinguen procesos que fortalecen el *autoaprendizaje*, el *aprendizaje interactivo* y el *aprendizaje de forma colaborativa*.

Tabla 1. Clasificación de estrategias y técnicas según la participación

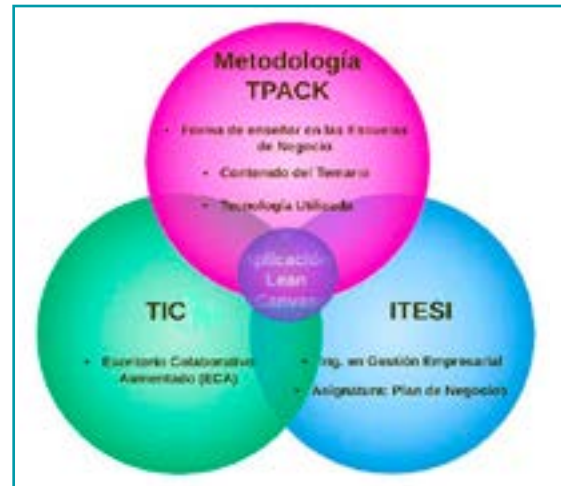
Participación	Ejemplos de estrategias y técnicas (actividades)	
<b>Autoaprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual</li> <li>Tareas individuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigaciones</li> <li>Proyectos</li> </ul>
<b>Aprendizaje interactivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conferencia de un experto</li> <li>Entrevistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paneles</li> <li>Debates</li> </ul>
<b>Aprendizaje colaborativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solución de casos</li> <li>Aprendizaje basado en problemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis y discusión en grupos</li> <li>Discusión y debates</li> </ul>



**Tabla 2.** Clasificación de estrategias y técnicas según el alcance

Alcance	Ejemplos de estrategias y técnicas (actividades)	
<b>Técnicas (períodos cortos y temas específicos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juegos de negocios</li> <li>• Debates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego de roles</li> <li>• Simulaciones</li> </ul>
<b>Estrategias (períodos largos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje colaborativo</li> <li>• Método de casos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de instrucción personalizado</li> <li>• Aprendizaje basado en problemas</li> </ul>

Para este apartado se propone una combinación entre los tres agentes primordiales y básicos de la educación como son ITESI, las TIC del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET), específicamente del departamento de Tecnologías de la Información en el área llamada Aula del Futuro y la metodología TPACK, donde se tuvo como resultado una aplicación *Lean Canvas* que fomente el trabajo colaborativo entre los estudiantes. La misma es la propuesta de la estrategia para integrar tecnología en una asignatura, tomando de ITESI su carrera de Ing. en Gestión Empresarial con la asignatura de Plan de Negocios, del Aula del Futuro la tecnología llamada Escritorio Colaborativo Aumentado (ECA) y adecuando el proceso con la metodología TPACK (véase figura 3).



**Figura 3.** Principales actores en la integración de tecnología. Elaboración propia adaptada del Modelo de la Triple Hélice.

### Evaluación

Para evaluar la oportunidad e impacto de la estrategia se consideró realizar una prueba a estudiantes, en la cual se seleccionaron dos equipos mixtos de ocho integrantes cada uno, tomando en cuenta la formación de equipos de aprendizaje (Pujolás, 2011), divididos en dos equipos homogéneos, determinados al azar, según la forma de asignación de los estudiantes a los equipos (Johnson & Johnson, 1999). Los grupos pequeños representan oportunidades para intercambiar ideas con varias personas al mismo tiempo, en un ambiente libre de competencia; mientras que las discusiones de todo un grupo tienden a inhibir la participación de los estudiantes tímidos (Cooper, 1996). La prueba (véase figura 4) se diseñó basada en las estrategias de participación y alcance mencionadas anteriormente, la facilidad en el uso de la aplicación, factores técnicos, la facilidad de interacción entre estudiantes y la aplicación y facilitación del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes con ayuda de las TIC; con duración aproximada de 1h por equipo, una clase prueba donde los estudiantes debían definir su idea de negocio y actividades clave iniciales, alcances, posibilidades e innovación de producto como de los canales de distribución, entre otros aspectos. Se elaboraron tres instrumentos de evaluación: un cuestionario para el estudiante, una evaluación individual y una evaluación del trabajo colaborativo.

Indicadores	Descripción
<b>Facilidad en el Uso de la Aplicación</b>	Cantidad de estudiantes que se familiarizaron con el uso de la aplicación
<b>Factores Técnicos</b>	Número de intentos de conexión de todos los usuarios a red y aplicación
<b>Facilidad de Interacción entre Estudiantes y la Aplicación</b>	Grado de satisfacción de los estudiantes, discusiones generadas de manera grupal y cantidad de información captada
<b>Facilitar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de los estudiantes con ayuda de las TIC</b>	Tabla comparativa de los beneficios y diferencias en el uso de la aplicación y la clase tradicional

**Figura 4.** Características de los indicadores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación realizada se analizó la funcionalidad de la aplicación, se comenzó con la impartición de una misma clase a dos equipos diferentes, se les brindó información relacionada con la elaboración y uso de la aplicación. Se realizaron grabaciones, así como toma de fotografías y tres diferentes evaluaciones que permitieron a los autores definir con más detalle el impacto y aceptación de la aplicación desarrollada (véase figuras 5, 6 y 7, respectivamente).

Preguntas	Nivel de Satisfacción		
	Más que Satisfecho	Satisfecho	Extremamente
1. ¿Cómo le resultó la aplicación?	2	3	4
2. ¿Te gustó usarla?	Si	No	
3. ¿Cómo consideras los caracteres en pantalla?	Fácil de Leer	Difícil de Leer	
4. ¿Cómo consideras las fuentes de los caracteres?	Muy Legible	No tan Legible	
5. ¿Cómo fue el aprender a usar la aplicación?	Fácil	Difícil	
6. ¿Cuánto tiempo tardaste en aprender a usar la aplicación?	0-5 min.	6-10 min.	11-15 min.
7. ¿Cómo consideras la velocidad de la aplicación?	Rápida	Intermedia	Lenta
8. El tiempo de respuesta de la mayoría de las operaciones es:	Rápido	Intermedio	Lento
9. ¿Te parecen atractivos los elementos gráficos de la aplicación?	Si	No	
10. ¿Cómo consideras la calidad de las imágenes estáticas?	Buena	Mala	
11. ¿Consideras que el trabajo colaborativo puede apoyar tu proceso de aprendizaje?	Si	No	
12. ¿La información presentada en el taller está más completa en comparación con la que tienes de manera individual?	Si	No	
13. ¿Consideras que puedes determinar fácilmente tu idea de negocio?	Si	No	

Figura 5. Experiencia del usuario según funcionalidad.

Evaluación del Trabajo Colaborativo				
Equipo 1 Integrantes: Hombres: 1 Mujeres: 3	Se generaron discusiones grupales	Si	No	Muy poco
	Hubo interacción colaborativa	Si	No	Muy poco
	Se propusieron ideas innovadoras	Si	No	Muy poco
	Hubo interacción entre todos los integrantes	Si	No	Muy poco
	La comunicación generada fue efectiva	Si	No	Muy poco
	Se presentó interacción organizacional	Si	No	Muy poco
	Se presentaron integrantes con mayor conocimiento de la temática	Si	No	Muy poco
	Hubo intercambio de ideas	Si	No	Muy poco
	Se generó interacción personal	Si	No	Muy poco
	Las discusiones dieron aportes significativos	Si	No	Muy poco

Figura 6. Evaluación del trabajo colaborativo en el Equipo 1.

Evaluación del Trabajo Colaborativo				
Equipo 2 Integrantes: Hombres: 1 Mujeres: 2	Se generaron discusiones grupales	Si	No	Muy poco
	Hubo interacción colaborativa	Si	No	Muy poco
	Se propusieron ideas innovadoras	Si	No	Muy poco
	Hubo interacción entre todos los integrantes	Si	No	Muy poco
	La comunicación generada fue efectiva	Si	No	Muy poco
	Se presentó interacción organizacional	Si	No	Muy poco
	Se presentaron integrantes con mayor conocimiento de la temática	Si	No	Muy poco
	Hubo intercambio de ideas	Si	No	Muy poco
	Se generó interacción personal	Si	No	Muy poco
	Las discusiones dieron aportes significativos	Si	No	Muy poco

Figura 7. Evaluación del trabajo colaborativo en el Equipo 2.

Esta evaluación se realizó con la tecnología en etapa de prototipo no comercial y brindó tres resultados principales; el primero mostró que es de vital importancia hacer una adecuada selección de la tecnología a utilizar, una que promueva la enseñanza y el aprendizaje considerando las necesidades didácticas de las disciplinas en las escuelas de negocios; el segundo demostró que la tecnología colaborativa cuenta con un grado alto de aceptación, ya que facilita a los estudiantes y/o emprendedores trabajar en conjunto y definir así su idea de negocio; por último, la prueba arrojó que es de vital importancia crear e incentivar una educación de calidad y no de cantidad, guiar eficientemente a cada uno de los estudiantes para encaminarlos al logro de sus objetivos de aprendizaje, pero sobretodo manejar grupos reducidos de estudiantes con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y su trabajo colaborativo.

## CONCLUSIONES

Es innegable el aporte que realizan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para las oportunidades de aprendizaje colaborativo, en cuanto proveen múltiples recursos para la colaboración, muchas de ellas compiten para hacerlas fáciles en el uso por parte del profesor y amigables para los alumnos que se mueven en ellas. Las tecnologías de información y la comunicación (TIC) indudablemente por sí mismas no constituyen un recurso eficaz para el aprendizaje de los alumnos, sino que resulta necesario integrarlas en un proyecto educativo. Por este motivo en la presente investigación los autores se centran en construir y proponer una estrategia para integrar la tecnología en una asignatura que pueda ser adoptada por las escuelas de negocios, considerando los sujetos que van a utilizarlo y los contextos de trabajo donde habrá de operar desde un enfoque pedagógico, dado que una aplicación no es utilizable por lo que es en sí, sino por lo que significa y representa en los contextos en los que va a ser aplicado y lo que exige a los profesores como agentes educativos.



**Figura 8.** Evaluación.

Es por ello que los autores concluyen que la integración de esta tecnología colaborativa tiene el potencial de ser factible, no solo en universidades, sino también en centros de investigación y en la red del Sistema Emprendedor de la Secretaría de Economía, pues apoya a desarrollar las competencias y habilidades complejas que la sociedad demanda hoy día a los profesionales.

## REFERENCIAS

- CABERO, J. (2007). *Tecnología Educativa*. España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
- CABERO, J. & MÁRQUEZ, D. (1999). *La producción de materiales multimedia en la enseñanza universitaria*. Sevilla, España: Kronos.
- COOPER, J. (1996). *Cooperative Learning and College Teaching Newsletter*. Dominguez Hills, CA, US: California State University.
- GONZÁLEZ, O. y FLORES, M. (1997). *El trabajo docente, enfoques innovadores para el diseño de un curso*. Trillas.
- JOHNSON, D. y JOHNSON, R. (1994). *Escuela líder cooperativa*. (2<sup>da</sup>. ed.). Edina, MN, EE. UU.: Interaction Book Company.
- MORTERA, F. (2002). *Educación a Distancia y Diseño Instruccional: Sus conceptos básicos, su historia y su relación mutua*. México: Taller abierto.
- PUJOLÁS, P. y LAGO, J. (2011). *Programa CA/AC (Cooperar para aprender/Aprender para cooperar) para enseñar a aprender en equipo*. España: Universidad de Vic.

### Dictiotopografía

- CCADET (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico) (2014). *Presentación CCADET 2014*. Recuperado de <http://www.ccadet.unam.mx/secciones/infge/sub1/prese.html>
- FUNDACIÓN UNAM (2013). *¿Qué es TPACK y por qué es importante?* Recuperado de <http://fundacionunam.org.mx/educacion/que-es-tpack-y-por-que-es-importante/>
- VALLEJO, C. (2013). *Modelo TPACK. Monográfico: Introducción a las tecnologías en la educación*. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1092-monografico-introduccion-de-las-tecnologias-en-la-educacion?start=1>

## COMPARACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN OBJETOS DE APRENDIZAJE \*

César Eduardo Velázquez Amador<sup>1</sup>, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Jaime Muñoz Arteaga, Pedro Cardona Salas, Cristina Juárez Landín, Francisco Javier Pinales Delgado

**Palabras clave:** objeto de aprendizaje, gestión, calidad, servicios.

### INTRODUCCIÓN

Los objetos de aprendizaje (OA) son elementos que debido a su naturaleza presentan dificultades especiales al momento de su evaluación, ya que poseen tanto características de una aplicación de software como de un elemento instruccional (Velázquez, Muñoz, Álvarez & Garza, 2006); razón por la cual es necesario adaptar las teorías de la Ingeniería de software para que la gestión de la calidad se pueda adaptar a estos elementos instruccionales.

La gestión de la calidad en OA es un conjunto de tareas encaminadas a la producción de objetos de aprendizaje con los más altos estándares de calidad posibles. El anterior se torna en un problema aún más complejo que el desarrollo de software común, ya que en este caso se requiere considerar el elemento instruccional, el cual cuenta con sus propias complicaciones relacionadas con el tópico de la calidad (Velázquez, Muñoz, Álvarez, Pinales & Garza, 2008).

En el presente trabajo inicialmente se van a presentar dos estrategias para la gestión de la calidad, en las cuales primeramente se emplea un instrumento descontextualizado del estudiante y en la segunda propuesta se presenta un instrumento contextualizado. Esta contextualización y descontextualización va a depender en gran medida del estilo de aprendizaje del estudiante.

El término *estilo de aprendizaje* se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias a la hora de aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada uno tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, mismas que definen un estilo de aprendizaje. Se habla de una tendencia general puesto que, por ejemplo, alguien que casi siempre es auditivo puede en ciertos casos utilizar estrategias visuales (Cazau, 2001). “Los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a

\* Proyecto de Investigación Institucional PIINF14-6.

<sup>1</sup> Departamento de Sistemas de Información, Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.  
Correo electrónico: vace555@hotmail.com

sus ambientes de aprendizaje” (Alonso, Honey & Gallego, 1994). Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), etc. (Cazau, 2001).

La última estrategia presentada va a consistir en la determinación de la satisfacción del usuario (estudiante). El estudio de satisfacción pertenece al dominio de la Teoría de Servicios. La Teoría de Servicios se refiere a todo aquello que es permanente y normal en la producción de un servicio (Spohrer, Maglio, Bayley & Gruhl, 2007). Un servicio se define como la aplicación de competencias para el beneficio de otro, lo que significa que un servicio es un tipo de acción, desempeño o promesa que es intercambiada por valor entre el proveedor y el cliente (Spohrer et al., 2007).

La satisfacción del usuario depende de la percepción de la calidad del servicio, se puede definir como la diferencia entre las expectativas del cliente sobre el servicio y el servicio percibido. Si las expectativas son mayores que el rendimiento, entonces la calidad percibida es menos que satisfactoria y, por tanto, se produce la insatisfacción del cliente (Lewis & Mitchell, 1990; Parasuraman, Zeithaml & Berry, 1985).

Íntimamente vinculado a la calidad del servicio y como elemento reconocido en la teoría de servicios, tenemos el uso del SERVQUAL; el cual es un instrumento para medir la calidad del servicio, y es usado en el dominio de los sistemas de información (Pitt, Watson & Kavan, 1997). Es una escala multiitem desarrollada para evaluar la percepción del cliente sobre la calidad del servicio en negocios de venta de mercancías y proveedores de servicios (Parasuraman et al., 1985).

En el contexto del *e-learning*, se puede considerar a los estudiantes como el cliente final, ya que la satisfacción con un producto/servicio educativo es una de las consecuencias del intercambio entre los sistemas de *e-learning* y los estudiantes (Chen & Lin, 2007).

## METODOLOGÍA

Los resultados expuestos en este trabajo son el producto de conjuntar las propuestas generadas para gestionar la calidad en objetos de aprendizaje en investigaciones realizadas desde 2005 hasta la fecha. La última propuesta corresponde al Proyecto de Investigación Institucional PIINF14-6, el cual explora la determinación de la satisfacción del estudiante para mejorar la calidad en objetos de aprendizaje (OA).

Los instrumentos generados para determinar la calidad en OAs, así como las estrategias de gestión tanto contextualizadas como descontextualizadas, fueron el resultado de un profundo estudio sobre la gestión de la calidad en OA.

La integración de la teoría de servicios (entre uno de sus elementos la determinación de la satisfacción) consistió en un estudio de investigaciones que buscaban la integración de la teoría de servicios y la determinación de la satisfacción en el *e-learning*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las siguientes propuestas están diseñadas para la gestión de la calidad de OA agregados o de una granularidad gruesa (objetos de aprendizaje que se desarrollan por ejemplo a nivel de tema, en los cuales se encuentran integradas actividades de aprendizaje, evaluaciones, ejemplos, etc.). Para aplicarse a OA atómicos o de granularidad muy fina debe hacerse una adaptación de los instrumentos presentados.

### Estrategia con instrumentos descontextualizados para evaluar un OA

La palabra descontextualizado se refiere a un instrumento de evaluación que no se ha adaptado al estilo de aprendizaje, las necesidades o deseos de un usuario específico, aunque pudo haber tenido cierto nivel de adaptación a toda la población a la que se encuentra dirigido el recurso instruccional. El instrumento presenta las siguientes características:

- Esta es la estrategia más común.
- La única contextualización se logra cambiando el estándar de las preguntas (Requerido/ Recomendado).
- Para servir a cualquier estilo de aprendizaje se integran preguntas sobre elementos visuales, auditivos y kinestésicos.

Una parte de un instrumento usado en esta estrategia es el presentado en la tabla 1. Se observa que puede emplearse una lista de cotejo. Los elementos sombreados son opcionales. El proceso de gestión de la calidad para esta estrategia se muestra en la figura 1.

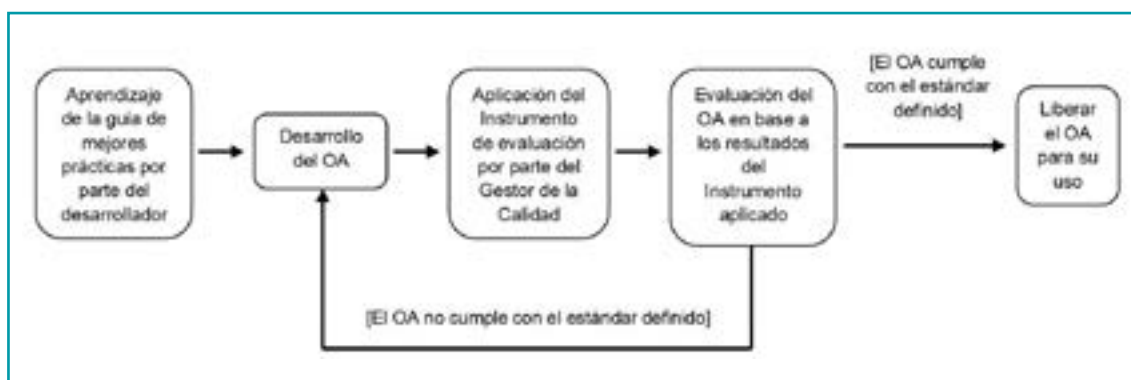
**Tabla 1.** Ejemplo de un instrumento descontextualizado

Elemento a evaluar	Estándar para el contexto	Cumple con el estándar (SI / NO)	
<b>CLASIFICACIÓN: ELEMENTOS TECNOLÓGICOS</b>			
Metadato completo/ Mínimamente manejable	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Funcionalidad (Sin errores)	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
<b>CLASIFICACIÓN: ELEMENTOS DE CONTENIDO</b>			
Nivel de detalle de la información (de suficiente a muy detallada)	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Contiene la fecha de creación	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
La información está completa	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Incluye bibliografía	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Incluye resumen temático	Requerido	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Incluye ligas relacionadas con la temática	Recomendado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Incluye lecturas recomendadas	Recomendado	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

### Estrategia con instrumentos contextualizados para evaluar un OA

La contextualización del instrumento consiste en asignar distintos pesos a los factores que se están evaluando, de tal forma que si se considera que un elemento no es importante se le puede asignar un peso de 0% y al momento de realizar la evaluación no se tomará en cuenta.

La asignación de los pesos y la definición de los estándares dependerán de la institución que aplique el instrumento, o de los deseos y necesidades específicas del estudiante. Este enfoque favorece un aprendizaje altamente especializado (tipo *snowflake*).



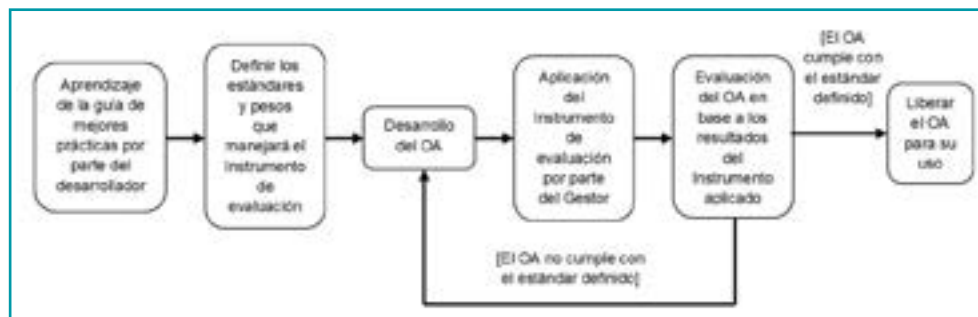
**Figura 1.** Proceso de gestión de la calidad de OA para un instrumento descontextualizado.

Una parte de un instrumento contextualizado se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Ejemplo de un instrumento contextualizado

Clasificación: Elementos tecnológicos				
Elemento a evaluar	Estándar para el contexto	Medición en el OA	Peso	Calificación
Reutilización	Recomendado	Si	50%	Bueno
Adaptabilidad	Recomendado	Si	50%	Bueno
Calificación de los elementos tecnológicos 10 (Peso 10%)				
Clasificación: Elementos pedagógicos				
Suma del número de fotografías, diagramas y tablas (Elementos visuales)	3-6	5	30%	Bueno
Personajes interactivos (Elementos visuales)	Indistinto	No	0%	N/A
Número de animaciones sobre conceptos físicos, biológicos, químicos (Elementos visuales)	Indistinto	0	0%	N/A
Suma del número de animaciones de procedimientos técnicos y videos (Elementos visuales)	1	0	10%	Deficiente
Elementos auditivos	Indistinto	No	0%	N/A
Ejemplos	1 por concepto	3	20%	Bueno
Experimentación	Recomendado	No	10%	Deficiente
Preevaluación	Indistinto	No	0%	N/A
Evaluación	Recomendado	Si	20%	Bueno
Colaboración	Recomendado	No	5%	Deficiente
Relación	Recomendado	No	5%	Deficiente
Calificación de los elementos pedagógicos 7 (Peso 40%)				

Como puede observarse en el instrumento de la tabla 2, es posible asignar un peso a cada factor, así como un estándar que debe cumplir; de tal forma que en el ejemplo mostrado, la experimentación es un elemento recomendado con un peso de 10%, al no encontrarse presente se considera deficiente y se descuenta 10% en la evaluación de los elementos pedagógicos. El proceso de gestión de la calidad para instrumentos contextualizados se muestra en la Figura 2.



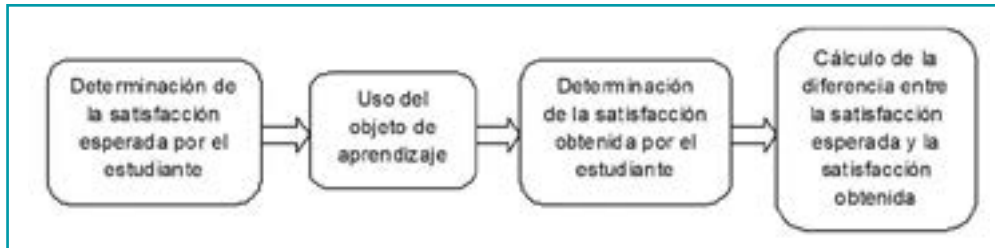
**Figura 2.** Proceso de gestión de la calidad de OA para un instrumento contextualizado.

### Estrategia con instrumentos para la determinación de la satisfacción del estudiante

La tercer estrategia puede emplearse en conjunto con las dos primeras y permite determinar la satisfacción del estudiante. Al conocer la satisfacción del estudiante es posible tener información de primera mano sobre la experiencia de uso del objeto de aprendizaje. En la tabla 3 se presenta una parte de un instrumento para determinar la satisfacción esperada del estudiante. El instrumento presentado emplea una escala de Likert de 7 puntos, la cual pasa desde el 1 (Completamente en desacuerdo) hasta el 7 (Completamente de acuerdo). Para el uso de esta estrategia es necesario contar con dos instrumentos; el primero permite conocer la satisfacción esperada (las preguntas se encuentran escritas en futuro), mientras que el segundo permite conocer la satisfacción obtenida (las preguntas se encuentran escritas en pasado). En el proceso de gestión debe calcularse la brecha (diferencia) entre la satisfacción esperada y la satisfacción obtenida. El proceso de gestión se presenta en la figura 3.

**Tabla 3.** Ejemplo de un instrumento para determinar la satisfacción esperada del estudiante

PREGUNTA	7	6	5	4	3	2	1
1. Será fácil encontrar el OA.							
2. El OA se cargará o accederá rápidamente.							
3. El funcionamiento del OA será rápido.							



**Figura 3.** Determinación de la satisfacción del estudiante.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se expusieron tres estrategias para la gestión de la calidad en OA. La primera estrategia que emplea un instrumento descontextualizado es en realidad la más usada y se puede emplear en un desarrollo masivo de OA. La segunda estrategia presenta una mayor complejidad y emplea un instrumento contextualizado que considera el estilo de aprendizaje del educando y puede llegar a permitir desarrollar una lista de los OA que cumplan en mejor medida con las necesidades y deseos del estudiante. La tercer estrategia puede emplearse en conjunto con las dos primeras y permite determinar la satisfacción del estudiante.

## REFERENCIAS

- ALONSO, C., HONEY, P. y GALLEG0, D. (1994). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Bilbao, España: Ediciones Mensajero.
- CAZAU, P. (2001). *Estilos de Aprendizaje: Generalidades*. CIIDET.
- CHEN, L. H. y LIN, C. (2007). Integrating Kano's model into E-learning satisfaction. *Industrial Engineering and Engineering Management. 2007 IEEE International Conference*, 297-301.
- LEWIS, B. R. & MITCHELL, V. W. (1990). Defining and measuring the quality of customer service. *Marketing Intelligence & Planning*, 8(6): 11-17.
- PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A. & BERRY, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implication. *Journal of Marketing*, 49, Fall, 41-50.
- PITT, L. F., WATSON, R. T. & KAVAN, C. B. (1997). Measuring Information Systems Service Quality: Concerns for a Complete Canvas. *MIS Quarterly*, 21(2): 209-221.
- SPOHRER, J., MAGLIO, P., BAYLEY, J. & GRUHL, D. (2007). Steps Toward a Science of Service Systems. *IEEE COMPUTER SOCIETY*, 71-77.
- VELÁZQUEZ, C., MUÑOZ, J., ÁLVAREZ, F. y GARZA, L. (2006). La Determinación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje, Avances en la ciencia de la computación. *VII ENCUESTRO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN ENC 2006*, San Luis Potosí, México, 346-351.
- VELÁZQUEZ, C., MUÑOZ, J., ÁLVAREZ, F., PINALES, F. y GARZA, L. (2008). Estrategias de Gestión de la Calidad en el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje. *Tercera Conferencia Latinoamericana De Tecnologías De Objetos De Aprendizaje LACLO 2008*, Aguascalientes, 185-190.



## ÍNDICE DE AUTORES

<b>Acosta Collazo, Alejandro .....</b>	<b>93</b>	<b>Maldonado Ruelas, Víctor Arturo .....</b>	<b>321</b>
<b>Acosta Pérez, Phamela .....</b>	<b>58</b>	<b>Martínez Martínez, Jorge .....</b>	<b>157</b>
<b>Araujo Espino, Roxana.....</b>	<b>296</b>	<b>Martínez Ortiz, Juan .....</b>	<b>218</b>
<b>Astorga Espinoza, Eliazar .....</b>	<b>48</b>	<b>Martínez Ortiz, Rosa María .....</b>	<b>75</b>
<b>Bernal Escalante, Rodolfo .....</b>	<b>251</b>	<b>Medina Castro, Diego .....</b>	<b>191</b>
<b>Calzada Gómez, Jorge.....</b>	<b>333</b>	<b>Mejía Haro, Ignacio.....</b>	<b>67</b>
<b>Carbajal Jara, María Guadalupe.....</b>	<b>358</b>	<b>Mendoza Romero, Lorena .....</b>	<b>38</b>
<b>Castañeda Leyva, Netzahualcóyotl....</b>	<b>213</b>	<b>Moreno Codina, Tonahtuic .....</b>	<b>110</b>
<b>Chávez Vela, Norma Angélica .....</b>	<b>162</b>	<b>Narvéez Montoya, Óscar Luis ....</b>	<b>105, 123</b>
<b>Dávila Rangel, J. Ignacio.....</b>	<b>185, 230</b>	<b>Ochoa Fuentes, Yisa María .....</b>	<b>29</b>
<b>De la Barrera Medina, Mónica Susana.</b>	<b>306</b>	<b>Oliván Tiscareño, María de Lourdes.....</b>	<b>99</b>
<b>De Lira Ramos, Karla Vanessa.....</b>	<b>34</b>	<b>Puente Cuevas, Rosa .....</b>	<b>178</b>
<b>Enríquez Gómez, María Teresa.....</b>	<b>257</b>	<b>Ramírez Hernández, Leticia Adriana ....</b>	<b>86</b>
<b>Enríquez Nava, Silvia .....</b>	<b>53</b>	<b>Rodríguez Ibarra, Johanna Lizbeth.....</b>	<b>196</b>
<b>Escalera García, Rosalba.....</b>	<b>168</b>	<b>Rodríguez Marmolejo, Héctor Ulises..</b>	<b>339</b>
<b>Escobedo Galván, Claudia Rafela ....</b>	<b>354</b>	<b>Rodríguez Narciso, Silvia .....</b>	<b>201</b>
<b>Eslava Heredia, Cristina .....</b>	<b>274</b>	<b>Romo Martínez, José Matías.....</b>	<b>237</b>
<b>Fernández Martínez, Francisco J. ....</b>	<b>286</b>	<b>Romo Rojas, Laura.....</b>	<b>131</b>
<b>Flores Hernández, Benjamín .....</b>	<b>269</b>	<b>Sanz Martín, Blanca Elena .....</b>	<b>279</b>
<b>Franco Bañuelos, Ambrosio .....</b>	<b>43</b>	<b>Saucedo Zárate, Carlos Humberto.....</b>	<b>343</b>
<b>Franco Muñoz, Rodrigo .....</b>	<b>115</b>	<b>Soria Rodríguez, Leslya Ivonne.....</b>	<b>63</b>
<b>García Guevara, Francisco Miguel ....</b>	<b>315</b>	<b>Tafoya Rangel, Felipe .....</b>	<b>23</b>
<b>González Delgadillo, Rosa Martha ....</b>	<b>137</b>	<b>Terán Fuentes, Aurora .....</b>	<b>263</b>
<b>Gutiérrez García, Raúl Alejandro.....</b>	<b>242</b>	<b>Torres Soto, María Dolores.....</b>	<b>327</b>
<b>Hernández Adame, Pablo Luis .....</b>	<b>225</b>	<b>Trejo Ortiz, Perla María.....</b>	<b>301</b>
<b>Hernández Quintero, Angélica .....</b>	<b>207</b>	<b>Vega Carrillo, Héctor René .....</b>	<b>81, 349</b>
<b>Jáuregui Rincón, Juan .....</b>	<b>173</b>	<b>Velázquez Amador, César Eduardo ....</b>	<b>364</b>
<b>Kato Vidal, Enrique Leonardo .....</b>	<b>149</b>	<b>Vital Caballero, Aidé Trinidad .....</b>	<b>246, 291</b>
<b>Macías Macías, Jorge Humberto.....</b>	<b>143</b>		

**MEMORIA DE INVESTIGACIÓN**  
16° Seminario de Investigación  
Universidad Autónoma de Aguascalientes

Publicación anual editada por el Departamento de Apoyo a la Investigación,  
a través de la Dirección General de Investigación y Posgrado  
de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Esta obra se terminó en junio de 2017,  
en el Departamento de Procesos Gráficos de la Dirección General  
de Infraestructura Universitaria.  
Aguascalientes, Ags., México.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

**16° SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN**  
**Del 23 al 25 de junio de 2015. Aguascalientes, Ags.**

**Dirección General de Investigación y Posgrado**  
**Departamento de Apoyo a la Investigación**