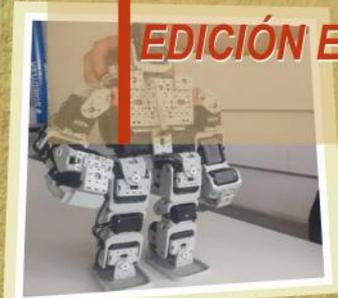
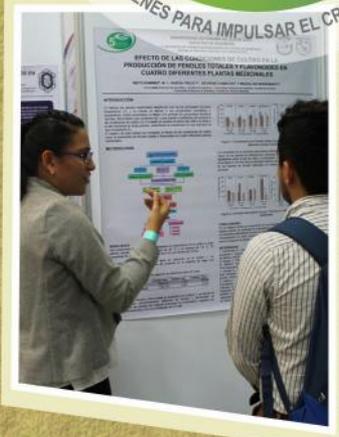
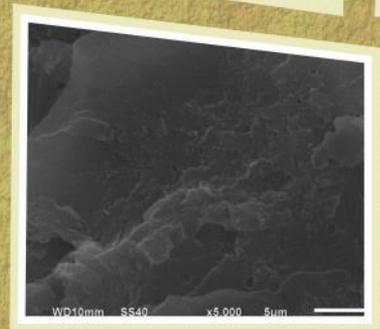


TRABAJOS GANADORES

5º Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Querétaro



EDICIÓN ESPECIAL



DIRECTORIO

PRESIDENTE

M.V.Z. FRANCISCO DOMÍNGUEZ SERVIÉN

VICEPRESIDENTE

LIC. JOSÉ ALFREDO BOTELLO MONTES

DIRECTOR GENERAL

M. EN A. RAÚL ITURRALDE OLVERA

SECRETARIO

LIC. MAURICIO PALOMINO HERNÁNDEZ

DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS. Año 8, núm. 19, septiembre-diciembre de 2017, es una publicación cuatrimestral editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ): calle Luis Pasteur Sur núm. 36, col. Centro; CP 76000; tel. (442) 214 3685; www.concyteq.edu.mx; nthe@concyteq.edu.mx. Editora responsable: Alicia Arriaga Ramírez. Reserva de derechos al uso exclusivo núm. 04-2014-030713265000-203; ISSN 2007-9079, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Alicia Arriaga Ramírez: calle Luis Pasteur Sur núm. 36, col. Centro; CP 76000. Fecha de última modificación: diciembre de 2017.

NTHE ha sido aprobada para su inclusión en el Índice del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX)

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

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro.

DIRECTOR DE LA REVISTA ELECTRÓNICA NTHE

DR. MARCO ANTONIO CARRILLO PACHECO

EDICIÓN Y DISEÑO DE LA PUBLICACIÓN

D.G. ALICIA ARRIAGA RAMÍREZ

CORRECCIÓN DE ESTILO

LIC. LAURA PAULINA LIMÓN FIGUEROA

NTHE. Publicación del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro: <http://www.concyteq.edu.mx/concyteq/uploads/publicacionArchivo/2017-12-1292.pdf>

Luis Pasteur Sur núm. 36
Col. Centro, CP 76000
Tel. 52 (442) 214 3685 / 212 7266, ext. 105
Querétaro, Qro., México

COMITÉ EDITORIAL

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Arturo González Gutiérrez

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Bernardo Romero Vázquez

Fac. de Filosofía de la UAQ

Dr. Edgar Alejandro Rivas Araiza

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Fidel Landeros Jaime

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dr. Gabriel Corral Velázquez

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dr. Hebert Luis Hernández Montiel

Fac. de Medicina de la UAQ

Dr. Héctor Raymundo Vera Ávila

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dr. José Luis Reyes Araiza

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Mario Trejo Perea

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Pablo García Solís

Fac. de Medicina de la UAQ

Dr. Rufino Nava Mendoza

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Araceli Aguilera Barreyro

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dra. Denise Gómez Hernández

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Diana Beatriz Rangel Peniche

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dra. Donna Jackson Maldonado

Fac. de Lenguas y Letras de la UAQ

Dra. Elsa Cristina Navarrete Ochoa

Fac. de Bellas Artes de la UAQ

Dra. Ester Bautista Botello

Fac. de Lenguas y Letras de la UAQ

Dra. Janet Ledesma García

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Juana Isela Rojas Molina

Fac. de Química de la UAQ

Dra. María Guadalupe Bernal Santos

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dra. María Carlota García Gutiérrez

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. María del Carmen Gpe. Díaz Mejía

Fac. de Psicología de la UAQ

Dra. Rosa Imelda De La Mora Espinosa

Fac. de Psicología de la UAQ

M. en C. Yasmín Montúfar Corona

Fac. de Psicología de la UAQ

Dr. Jorge Francisco Barragán López

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dr. José Gabriel Ríos Moreno

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. José Guadalupe Gómez Soto

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

Dr. José Salvador Arellano Jiménez

Fac. de Filosofía de la UAQ

Dr. Óscar Gómez Guzmán

Instituto Tecnológico de Querétaro

Dr. Reynaldo Hernández Maldonado

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Adela Becerra Chávez

Ciencias Básicas de la UPQ

Dra. Carmen Imelda González Gómez

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dra. Esperanza Rodríguez Morales

Instituto Tecnológico de Querétaro

Dra. Laura Sandoval Aboytes

Dirección de Investigación y Posgrado de la UAQ

Dra. Lorena Érika Osorio Franco

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dra. María Luisa Leal García

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Mónica Sanaphre Villanueva

Fac. de Lenguas y Letras de la UAQ

Dra. Norma Maricela Ramos Salinas

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Oliva Solís Hernández

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dra. Pamela Garbus

Fac. de Psicología de la UAQ

Dra. Rosa Martha Pérez Serrano

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. Rosario Barba González

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

Fac. de Informática de la UAQ

Dra. Sandra Luz Guerrero Ramírez

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Tercia Reis de Souza

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

M. en C. Alicia Prieto Uscanga

Instituto Tecnológico de Querétaro

M. en C. Andrea Margarita Olvera Ramírez

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

M. en C. Dalia Milián Bernal

Fac. de Ingeniería de la UAQ

M. en C. Fabiola Hernández Hernández

Ciencias Básicas de la UPQ

M. en C. María Teresa López Ostría

Instituto Tecnológico de Querétaro

COMITÉ EDITORIAL

JURADO

Dra. Alondra Anahí Ortiz Verdín

Manufactura de la UPQ

Dr. Andrés Dector Espinoza

Dpto. Química y Energía. Universidad Tecnológica de San Juan del Río

Dr. Gabriel Corral Velázquez

Fac. de Ciencias Políticas y Sociales de la UAQ

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Juan Fernando García Trejo

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Ana Angélica Feregrino Pérez

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Laura Sandoval Aboytes

Dirección de Investigación y Posgrado de la UAQ

Dra. María Carlota García Gutiérrez

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. María Luisa Leal García

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Rosa Martha Pérez Serrano

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

Fac. de Informática de la UAQ

Dra. Teresa López Lara

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Éder Reséndiz

CFATA de la UNAM

Dr. Eduardo Enrique Pérez Ramírez

Instituto Tecnológico de Querétaro

Dr. Enrique Leonardo Kato Vidal

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dr. Felipe Alejandro Hernández García

Manufactura de la UPQ

Dr. José Arturo Toscano Giles

Instituto Tecnológico de Querétaro

Dr. José Guadalupe Gómez Soto

Fac. de Ciencias Naturales de la UAQ

M. en A. Teresa de Jesús Gómez Lemus

Instituto Tecnológico de Querétaro

M. en A. Ana Cristina Medellín Gómez

Fac. de Bellas Artes de la UAQ

Dra. María Sandra Hernández López

Fac. de Bellas Artes de la UAQ

Dra. Mónica Andrea López Hidalgo

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. Mónica Ribeiro Palacios

Fac. de Filosofía de la UAQ

Dra. Mónica Sanaphre Villanueva

Fac. de Lenguas y Letras de la UAQ

Dr. Raúl Ramírez López

Instituto Tecnológico de Querétaro

Dr. Ricardo Francisco Mercado Curiel

Fac. de Medicina de la UAQ

Dr. Aldo Amaro Reyes

Fac. de Química de la UAQ

Dr. Arturo González Gutiérrez

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Gerardo Manuel Nava Morales

Fac. de Química de la UAQ

Dr. José Gabriel Ríos Moreno

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dr. Juan José Lara Ovando

Fac. de Ciencias Políticas de la UAQ

Dr. Julián V. Reyes López

Fac. de Medicina de la UAQ

Dr. Mario Trejo Perea

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Haydé Azeneth Vergara Castañeda

Fac. de Medicina de la UAQ

Dra. Iliá Violeta Cázares Garrido

Fac. de Contaduría y Administración de la UAQ

Dra. Janet Ledesma García

Fac. de Ingeniería de la UAQ

Dra. María del Carmen Gpe. Díaz Mejía

Fac. de Psicología de la UAQ

Dra. Valeria A. Belloro

Fac. de Lenguas y Letras de la UAQ

ÍNDICE

Ciencias Naturales y Exactas

Diferenciación de tres subpoblaciones de células de la fracción estromal-vascular del tejido adiposo en adipocitos maduros

Natalia García Orihuela, Xarubet Ruiz Herrera, Yazmin Macotela Guzmán

Universidad Autónoma de Querétaro

Aislamiento e identificación de actinomicetos en suelos potosinos

Montserrat Silva Robles, Estefanía Pérez Martínez, Jesús Israel Jiménez Morales

Universidad Autónoma de Querétaro

Análisis genómicos comparativos para la detección de microorganismos específicos del deterioro en carne de pollo

Cinthia E. Sáenz García, Pilar Castañeda Serrano, Gerardo M. Nava Morales

Universidad Autónoma de Querétaro

Efecto del 17β-estradiol sobre la expresión de mir-21 en cérvix del ratón transgénico k14e7hvp16

Jessica Jazmín Silva Tovar, Chandel Chan Castro, Cornelia Solano Ruperto, Cristal Araceli Contreras Montoya, Erandi Arvizu Hernández, Gloria Elena Silva Román, Janeth Catalina Manjarrez González, Kasandra Aguilar Cázarez, Rosa Denisse López Canizales, Paul F. Lambert, Rodolfo Ocádiz-Delgado, Patricio Gariglio

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - unidad Zacatenco, Departamento de Genética y Biología Molecular

Evaluación integral del estado psicosocial de población queretana con esclerosis múltiple

Diego Ulises Vázquez Omaña, Ana Laura Hernández Ledesma, Victoria Garrido Sicilia, Lilia Susana Gallardo Vidal, Adriana Jheny Rodríguez Méndez

Universidad Autónoma de Querétaro

Técnicas de micropropagación para plantas carnívoras del género *Nepenthes*

Dalia María Guerrero Salinas, Mario Emmanuel Ruiz Gómez, Andrés Cruz Hernández

Universidad Autónoma de Querétaro

Métodos alternativos para el desarrollo de medios de cultivo empleados para el aislamiento y la manutención de microorganismos

Yara Suhan Juárez Campusano, Juan Ramiro Pacheco Aguilar, Rocío Aurora Sandoval Chávez, Rocío Crystabel López González, María del Socorro Chávaro Ortiz

Universidad Autónoma de Querétaro

Ciencias Sociales y Humanidades

1

El trabajo colaborativo universitario y el uso de plataformas digitales

Mariana Mitre Cervantes

Universidad Autónoma de Querétaro

27

5

Evaluación de los estilos de crianza y los rasgos temperamentales de niños con trastorno oposicionista desafiante

Daniel Alejandro Pedraza Blancas, Cruz Alaniz Yuria, Thalía Harmony Baillet

Universidad Autónoma de Querétaro

30

10

Educación emocional: evaluación de un programa de intervención en conductas disruptivas

Pamela López Betanzos

Universidad Autónoma de Querétaro

33

13

Representaciones sociales de la formación del licenciado en Educación Física y Ciencias del Deporte en la Universidad Autónoma de Querétaro

José Miguel Silva Llaca

Universidad Autónoma de Querétaro

36

17

La elección de carrera profesional: reproducción de las estructuras laborales, ideología y la división de trabajo

Josué Huerta Maldonado, Luis Rodolfo Ibarra Rivas

Universidad Politécnica de Querétaro

40

20

El papel de la lengua materna en las primeras etapas de aprendizaje de una segunda lengua

Mara Pimentel Saldaña

Universidad Autónoma de Querétaro

43

24

Cómo explicar el alto crecimiento de Querétaro: una ecuación de identidad del PIB

Montserrat Carrillo de León, Enrique Leonardo Kato Vidal

Universidad Autónoma de Querétaro

46

La muerte como trabajo: una perspectiva laboral dentro de la ciudad de Querétaro

Andrea Estefanía Silva Llaca, Hilaria Becerril Cándido

Universidad Autónoma de Querétaro

50

Proyectos de aprendizaje-servicio como estrategia pedagógica para favorecer la construcción del sentido de comunidad: experiencia en una secundaria en El Marqués, Querétaro

Alejandra Lorena Valdez Pérez

Universidad Autónoma de Querétaro

53

ÍNDICE

El significado de la participación en asociaciones vecinales de la ciudad de Querétaro, ¿hacia una ciudadanía activa? Análisis de las prácticas y los discursos

Marisol Sánchez Pérez

Universidad Autónoma de Querétaro

Arquitectura para el análisis en tiempo real de expresión escrita de estudiantes universitarios empleando técnicas de lenguaje natural

Karla Barragán Ochoa María Teresa García Ramírez

Universidad Autónoma de Querétaro

Derechos fundamentales de los seres vivos y el ambiente

Federico José Rodríguez Peñaguirre

Universidad Autónoma de Querétaro

Ingeniería y Tecnología

Estudio de resistencia a la compresión para concreto autocompactable

Luis Ricardo Sarabia Sánchez, David Andrés Escalera Suárez, Alejandro Félix Rubio

Universidad Autónoma de Querétaro

Sistema de monitoreo neuronal para el análisis de potenciales enfocado en personas con problemas motrices

Luz María Sánchez Reyes, Juvenal Rodríguez Reséndiz

Universidad Autónoma de Querétaro

Guante inhibidor del tremor parkinsoniano mediante un sistema de cuantificación y regulación de los movimientos involuntarios

Salvador Agustín Vázquez Aguilera, Germán González Pérez, José de Jesús Santana

Universidad Autónoma de Querétaro

Diseño de una mezcla para pavimento elaborada con desechos industriales

Eloy Parra Melgar Teresa López Lara, Juan Bosco Hernández Zaragoza

Universidad Autónoma de Querétaro

Efecto sinérgico de nanotubos de carbono y óxido de grafeno en la tenacidad a la fractura interlaminar de laminados de fibra de carbono y resina epóxica

Julio Alejandro Rodríguez González, Carlos Rubio González, Lourdes Ramos Galicia, Carlos Velasco Santos

Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI Querétaro)

56

Optimización de tráfico en casetas de cobro mediante sistemas electrónicos de peaje

Victor Hilario Pérez Echevarría, Eduardo Betanzo Quezada

Universidad Autónoma de Querétaro

86

Aleaciones Heusler para aplicación a dispositivos de magnetorresistencia gigante (GMR)

Diana Laura Dillanes Mora

Universidad Autónoma de Querétaro

89

Magnetismo en aleaciones tipo Heusler con base manganeso Mn₂YZ aplicación a espintrónica

María Guadalupe Morales Trejo

Universidad Autónoma de Querétaro

92

Control de estabilidad mediante acelerómetro de 3 ejes en robot humanoide de 20 grados de libertad

David Dorantes Carrizo, Gerardo Israel Pérez Soto, Luis Alberto Morales Hernández

Universidad Autónoma de Querétaro

96

65

Permeabilidad y comportamiento mecánico de material para base en pavimentos flexibles

José Juan Cruz Márquez, Omar Chávez Alegría

Universidad Autónoma de Querétaro

99

68

Desarrollo y fabricación de prototipo de componente femoral de una prótesis de rodilla biocerámica por la técnica de vaciado de suspensiones

Samantha Noelly Breña Domínguez, José Dolores Óscar Barceñas Sánchez, José de Jesús Coronel Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, campus Querétaro

102

72

80

83

Comentario NTHE

Una función esencial del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ) es la publicación y difusión de la producción científica de estudiantes en formación. En esta edición de la revista NTHE 19, se presentan treinta trabajos ganadores del **5º Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Querétaro**.

La Universidad Autónoma de Querétaro promueve este encuentro como una estrategia para formar capital humano de alta calidad en el campo de la investigación en todas las áreas del quehacer científico. El objetivo es generar un foro para la presentación de los trabajos de investigación con el propósito de estimular la vocación científica, la innovación y la transferencia de conocimientos que realizan los estudiantes de licenciatura y posgrado del estado de Querétaro. Es una actividad apoyada por el CONACYT a través de la Convocatoria Fomento, Formación, Desarrollo y Vinculación de Recursos Humanos de Alto Nivel. También el CONCYTEQ apoya la actividad, forma parte de estos esfuerzos y contribuye con la difusión de los resultados de investigación de los jóvenes estudiantes.

La respuesta a la convocatoria fue muy amplia; 18 instituciones de educación superior, así como centros de investigación e instituciones del sector salud, participaron en el **5º Encuentro de Jóvenes Investigadores del Estado de Querétaro**. Los trabajos corresponden a tres grandes áreas del conocimiento: ciencias naturales y exactas; ciencias sociales y humanidades; ingeniería y tecnología.

En el encuentro, 77 investigadores integraron el Comité Científico y el Grupo de Jurados, con la encomienda de evaluar los trabajos bajo los parámetros de originalidad, contribución al conocimiento, beneficios en la adopción y aplicación de los resultados y redacción, así como el soporte teórico-metodológico. Con este nivel de participación, los investigadores consolidados hacen patente su compromiso como gestores de espacios que fortalezcan las inquietudes de los estudiantes en su formación como investigadores, pues es una tarea clave para el desarrollo científico y tecnológico que requiere la complejidad social de nuestro país.

Esperamos que este número de NTHE cumpla el objetivo de promover el conocimiento y estimular a los estudiantes que se están formando en las aulas en los niveles de licenciatura y posgrado para que sigan por los caminos del conocimiento científico.

Dr. Marco Antonio Carrillo Pacheco
Director de la Revista NTHE

Diferenciación de tres subpoblaciones de células de la fracción estromal-vascular del tejido adiposo en adipocitos maduros

Natalia García Orihuela*
Yazmín Macotela Guzmán
Universidad Autónoma de Querétaro

I. Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad y el sobrepeso como la acumulación excesiva de grasa corporal. En México, los resultados de la ENSANUT 2016 muestran que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos es del 72.5%. La acumulación excesiva de grasa que se presenta en la obesidad se da, principalmente, en el tejido adiposo; este tejido está formado por adipocitos, células maduras capaces de almacenar lípidos, así como por la fracción estromal-vascular, constituida por células endoteliales, macrófagos, fibroblastos y preadipocitos, las cuales están comprometidas con el linaje de adipocitos, entre otros. En el presente trabajo, se buscó determinar si existen o no diferencias en el proceso de diferenciación hacia adipocitos maduros de tres subpoblaciones de la fracción estromal-vascular (CD31-/CD45-, CD31-/CD45-/SCA1+/CD34+ y CD31-/CD45-/SCA1-/CD34) del tejido adiposo subcutáneo: se midió la expresión de adiponectina como marcador final de la diferenciación y se encontró que las células CD31-/CD45-/SCA1-/CD34 no crecieron, probablemente por un número inicial de células muy bajo o por cultivarlas en un medio no favorable. Por otro lado, no se observaron diferencias al final del proceso de diferenciación entre las subpoblaciones CD31-/CD45- y SCA1+/CD34+;

sin embargo, la expresión de adiponectina, a lo largo del proceso de diferenciación, sugiere que la diferenciación de CD31-/CD45- inicia antes que la de CD31-/CD45-/SCA1+/CD34+.

II. Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad y el sobrepeso como la acumulación excesiva de grasa corporal que puede ser perjudicial para la salud; esta condición es un factor de riesgo para numerosas enfermedades metabólicas, como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). En México, los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2016 muestran que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos es del 72.5%.

Un análisis de la transición epidemiológica encontró que las enfermedades no transmisibles causaron 75% del total de las muertes. Las principales causas de muerte fueron enfermedad isquémica del corazón (EIC), enfermedad cerebrovascular, DM2 y cirrosis hepática [1]. A raíz del descubrimiento de la leptina en 1994, el tejido adiposo (TA) dejó de ser considerado un tejido inerte que almacena grasa y comenzó a estudiarse su capacidad de sintetizar hormonas y citocinas necesarias para la regulación de la homeostasis metabólica.

El TA está formado por adipocitos, células especializadas en el almacenamiento de lípidos, y por la fracción estromal-vascular, constituida por células endoteliales, macrófagos, eritrocitos, leucocitos, fibroblastos y preadipocitos, que son células comprometidas con el linaje de adipocitos, entre otras [2]; este tejido se une mediante fibras reticulares, principalmente colágena tipo III. La unión de adipocitos forma lobulillos, los cuales conforman los lóbulos adiposos.

Existen dos tipos de tejido adiposo en humanos y roedores: el blanco y el café. A su vez, el blanco se divide principalmente en subcutáneo y visceral, y su expansión contribuye de diferente manera al riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas secundarias [3]. En fechas recientes, se ha mostrado que estos tejidos no sólo se diferencian por la ubicación anatómica en la que se encuentran, sino que, además, tienen diferentes características intrínsecas, como los niveles de

* 7° semestre de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).
naty1095@hotmail.com

secreción de adiponectina, sensibilidad a la insulina, tasa de lipólisis y tendencia a inflamarse.

La acumulación de tejido adiposo visceral se asocia con efectos metabólicos adversos, como resistencia a insulina, DM2, dislipidemia y arterosclerosis acelerada. Por el contrario, la acumulación de tejido adiposo subcutáneo preserva la sensibilidad a la insulina y presenta menos riesgo de desarrollo de DM2, dislipidemia y arterosclerosis [4].

Una de las hormonas principales que secreta el tejido adiposo es la adiponectina. Sus principales acciones son estimular la sensibilidad a la insulina, así como promover la proliferación y la diferenciación de preadipocitos hacia adipocitos, a fin de potenciar la expresión de genes responsables de este proceso y aumentar el contenido de lípidos [5]. La diferenciación de preadipocitos (células positivas a SCA1 y CD34) (Macotella *et al.*, 2012) hacia adipocitos maduros se puede realizar en condiciones *in vitro*, utilizando cultivos primarios de preadipocitos, factores de diferenciación y medios de crecimiento específicos; sin embargo, muchas veces se obtiene un bajo índice de diferenciación.

Con la finalidad de encontrar las condiciones óptimas de crecimiento del cultivo primario de preadipocitos y diferenciarlo en adipocitos maduros, evaluamos la capacidad de diferenciación de distintas subpoblaciones de la fracción estromal-vascular del tejido adiposo. Se comparó la expresión de adiponectina en cada una de las etapas del proceso de diferenciación de tres subpoblaciones celulares: 1) células CD31-/CD45- (todos los tipos celulares, excepto células endoteliales y hematopoyéticas); 2) células CD31-/CD45-/SCA1+/CD34+ (sólo mesenquimales pluripotenciales, sin ser endoteliales ni hematopoyéticas) y 3) células CD31-/CD45-/SCA1-/CD34- (el resto de tipos celulares).

III. Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el verano de 2017 en el Instituto de Neurobiología de la UNAM, campus Juriquilla, siguiendo la metodología que se describe a continuación.

Se sacrificó a diez ratones de la cepa C57BL/6 y se recuperó el TA subcutáneo. Utilizando anticuerpos α -

CD31 y α -CD45 acoplados a biotina, α -biotina acoplado a partículas magnéticas, α -SCA1 y α -CD34 acoplados a PE y Alexa Fluor 480, α -PE y α -Alexa Fluor 480 acoplados a partículas magnéticas, así como un equipo de separación magnética, se realizó el aislamiento de tres subpoblaciones de células de la fracción estromal-vascular del TA: CD31-/CD45-, CD31-/CD45-/SCA1+/CD34+, CD31-/CD45-/SCA1-/CD34-. Se llevó a cabo en un medio de crecimiento (GM APC's 10%FBS + factores de crecimiento [GF, LIF 10 ng/mL, EGF 10 ng/mL, bFGFG 5 ng/mL y PDGF 10 ng/mL] + Normocina) y se contabilizaron las células con una cámara de Neubauer para cultivar el mismo número de células en cada pozo.

Cultivo celular

A las células CD31-/D45- se les adicionó 1 ml de medio de crecimiento y fueron sembradas en dos pozos; las otras dos subpoblaciones se sembraron en un pozo directamente. Cada 48 horas se realizó cambio de medio a todos los pozos. Una vez alcanzado un 80% de confluencia, se resembraron las células CD31-/CD45- y SCA1+/CD34+ en placas de seis pozos. En las células de CD31-/CD45-/SCA1-/CD34- no se observó crecimiento, por lo que se mantuvieron con cambio de medio de crecimiento cada 48 horas, hasta que se decidió desecharlas.

Proceso de diferenciación de las células

Cuando se alcanzó el 80% de confluencia, se denominó como el día -2. En este día, se agregó la proteína morfogénica de hueso 4 (BMP4). En el día 0, se agregó el coctel de diferenciación (insulina, dexametasona e isobutilmetilxantina y rosiglitazona). En el día 3, se agregó insulina. El proceso de diferenciación finalizó en el día 5, cuando se tomaron fotos de las células. En cada uno de los días mencionados, se lisaron dos pozos de cada subpoblación con 250 μ l de TRIzol y se almacenaron a -20°C .

Extracción de RNA

Con las muestras tomadas los días -2, 0, 3, y 5 para CD31-/CD45- y SCA1+/D34+, se realizó la extracción de RNA. Una vez homogenizadas las muestras con TRIzol, se agregaron 50 μ l de cloroformo y se agitó vigorosamente. Se incubó a temperatura ambiente y se centrifugó 5 minutos a 12,000 rpm a 4°C . Se transfirió la fase acuosa a un tubo limpio y se adicionaron 125 μ l

de isopropanol; se dejó precipitando toda la noche a -20°C . Se centrifugaron las muestras 20 minutos, se decantó el sobrenadante y se lavó el pellet con 250 μl de etanol al 75%. Se decantó el sobrenadante y se resuspendió el pellet en 20 μl de agua libre de RNasas.

Síntesis de cDNA

Para la síntesis de cDNA, se colocó el volumen necesario para tener 1 μg de RNA. A dicho volumen se le agregó H_2O libre de RNasas para llegar a 14 μl . A cada muestra se le agregó: 1 μl de enzima RT, 2 μl de buffer, 0.8 μl de dNTPs y 2 μl de *random primers*. Posteriormente, se colocó en el termociclador con las siguientes condiciones: 10 minutos a 25°C , 2 horas a 37°C , 3 minutos a 85°C y mantenimiento a 4°C . Las muestras se diluyeron en 380 μl de agua y se almacenaron a 4°C .

Cuantificación de la expresión de adiponectina

El cDNA sintetizado se utilizó para realizar una reacción de cadena de la polimerasa (PCR) en tiempo real y evaluar la expresión de adiponectina (se utilizó la expresión de Tbp como gen endógeno). En cada pozo se colocaron 5 μl del mix de reacción, el cual contenía SYBR Green y 1 μM del par de oligonucleótidos correspondiente, así como 5 μl de cDNA de cada muestra.

IV. Resultados y discusión

Se sembró el mismo número de células de las diferentes subpoblaciones obtenidas. Al realizar el conteo, se determinó que la subpoblación CD31-/CD45- debía ser sembrada en dos pozos (cada uno con 32,500 células), y la SCA1+/CD34, en un solo pozo, para iniciar así con un número similar de células. El conteo de la subpoblación SCA1-/CD34- no pudo realizarse, debido a que no se observaban células con claridad; se decidió sembrarla en un solo pozo.

Fue importante realizar un conteo para sembrar el mismo número de células en todos los tipos, para que cualquier diferencia que se observara no se adjudicara al número de células iniciales. La subpoblación de células SCA1-/CD34- fue desechada porque no se observó crecimiento; esto se pudo deber a que el medio que se utilizó no era el adecuado para estas células. Al desconocerse el tipo de células que se encuentran en esta fracción, se puede tratar de cultivarlas en un medio

diferente para promover su crecimiento. Otro factor importante a considerar es que el número inicial de células pudo ser muy pequeño, por lo que se pueden aislar nuevamente a partir de una mayor cantidad de TA.

En la figura 1, se observa las veces de cambio de la expresión de adiponectina en las cuatro etapas (día -2, 0, 3 y 5) del proceso de diferenciación de las subpoblaciones CD31-/CD45- y SCA1+/CD34+. Los niveles de expresión de adiponectina aumentan del día -2 al 3, y disminuyen en el día 5 para ambas subpoblaciones. La expresión de dicha hormona es significativamente mayor en la subpoblación CD31-/CD45- en los días -2, 0 y 3, lo que sugiere que el proceso de diferenciación inicia antes en este grupo de células, en comparación con la subpoblación SCA1+/CD34+. Sin embargo, en el día 5 (dos días después de que se agregó insulina) no hay diferencias estadísticamente significativas en la expresión de adiponectina entre ambas subpoblaciones.

En el día 5, se tomaron fotografías de ambos cultivos (figuras 2 y 3); en ellas, no se observa ninguna diferencia en el tamaño de las células ni en su abundancia, lo que coincide con que los niveles de expresión de adiponectina, en ambas subpoblaciones, en el día 5, son similares. Para poder identificar

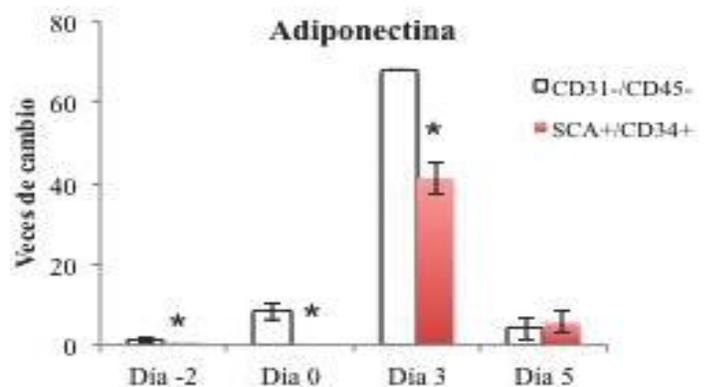


Figura 1. Expresión de adiponectina a lo largo del proceso de diferenciación en 2 subpoblaciones de células. Se realizó una PCR cuantitativa con cebadores específicos para adiponectina de ratón y se normalizó de acuerdo con la expresión de Tbp (*TATA box binding protein*). Los resultados se analizaron con una *t* de Student en cada día del proceso de diferenciación, para conocer las diferencias en la expresión de adiponectina entre las dos subpoblaciones aisladas: * $p < 0.05$ vs. CD31-/CD45-.

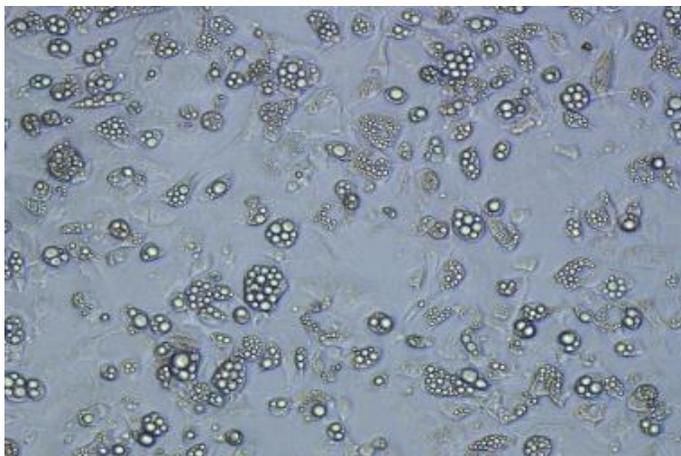


Figura 2. Día 5 del proceso de diferenciación de las células CD31-/CD45-.

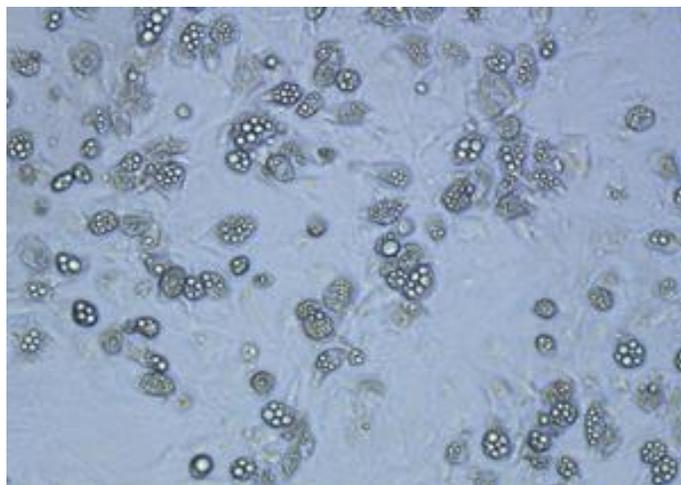


Figura 3. Día 5 del proceso de diferenciación de las células SCA1+/CD34+.

diferencias en todo el proceso, se deben tomar fotografías en cada etapa del proceso de diferenciación y compararlas.

V. Conclusiones

Se logró inducir la diferenciación de las células CD31-/CD45- y SCA1+/CD34+ en adipocitos maduros; por su parte, SCA1-/CD34- fue desechado, pues no se observó crecimiento; se debe repetir el experimento aislando células de una mayor cantidad de TA para poder identificar algunas células. Al día 5, no se observan diferencias entre las células cultivadas, pero la expresión de adiponectina en el resto de las etapas del proceso sugiere que la diferenciación de CD31-/CD45- inicia antes que la de SCA1+/CD34+. Se cumplió la hipótesis establecida al no encontrar

diferencias significativas; por lo tanto, se puede modificar el proceso de aislamiento de células TA para su cultivo haciendo únicamente la primera selección de células CD31-/CD45-, de manera que se logre reducir tiempo y reactivos.

VI. Implicaciones o impacto

A pesar de la dificultad de cultivar y diferenciar células primarias del TA, la experimentación en este tipo de células permite hacer preguntas y deducciones directas sobre lo que se observa. Al ser aisladas directamente de un organismo y no tener ninguna modificación genética o morfológica, reflejan una mayor similitud de actividad y funcionalidad a la que presentan en su ambiente natural.

VII. Referencias bibliográficas

- [1] Sin Autor (2013). *Estrategia Nacional para la Prevención y el Control del Sobrepeso, la Obesidad y la Diabetes*. Entidad Paraestatal del Gobierno Federal.
- [2] Coelho M, Oliveira T y Fernandes R. (2013) Biochemistry of adipose tissue: an endocrine organ. *Archives of Medical Science*, núm. 9(2), pp. 191-200.
- [3] Wajchenberg B, Giannella-Neto D, da Silva M y Santos R (2002). Depot-specific hormonal characteristics of subcutaneous and visceral adipose tissue and their relation to the metabolic syndrome. *Hormone and Metabolic Research*, núm. 34 (11-12), pp. 616-621.
- [4] Wang Y, Rimm E, Stampfer M, Willett W y Hu F (2005). Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- [5] Fu Y, Luo N, Klein R y Garvey W (2005). Adiponectin promotes adipocyte differentiation, insulin sensitivity, and lipid accumulation. *The Journal of Lipid Research*.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 17 de noviembre de 2017

Aislamiento e identificación de actinomicetos en suelos potosinos

Montserrat Silva Robles*
Estefanía Pérez Martínez¹
Jesús Israel Jiménez Morales²

Resumen

En el suelo, se encuentran distribuidos los actinomicetos, que son bacterias aeróbicas, grampositivas y filamentosas. La importancia de identificar nuevas especies de actinomicetos recae en la posibilidad de ser fuente de nuevas moléculas con potencial de nueva actividad. Las características de la Sierra de Álvarez, ubicada en San Luis Potosí, confieren la posibilidad de albergar especies no descritas de actinomicetos. En el presente trabajo, se presenta el proceso de aislamiento, identificación y descripción de características macroscópicas de 39 cepas posibles de actinomicetos provenientes de muestras de tres distintas rizosferas extraídas de la Sierra de Álvarez.

Antecedentes o fundamentación teórica

Los actinomicetos son bacterias aeróbicas, grampositivas, filamentosas y parcialmente ácido-resistentes. Se encuentran ampliamente distribuidas en el suelo, de manera que el 90% de los microorganismos que lo componen pertenecen a este tipo de bacterias (Salazar y Ordoñez, 2013).

Dentro de sus características específicas, presentan un olor típico a suelo húmedo por la producción de geosmina. Adicionalmente, presentan una actividad metabólica alta: producen terpenoides, pigmentos y enzimas extracelulares hidrolíticas y ligninolíticas con

las que son capaces de degradar la materia orgánica de origen vegetal y animal; por lo tanto, son miembros importantes del sistema de descomposición del suelo (Uzcátegui *et al.*, 2009).

La Sierra de Álvarez, ubicada en San Luis Potosí, con latitud N: 21° 42' 32" a 22° 23' 21" y longitud W: 100° 05' 24" a 100° 49' 30", se caracteriza por tener mayormente un clima semiárido-templado (BS1wk), con un aspecto fisiográfico leptosol lítico (LPq). Dichas cualidades le confieren la posibilidad de albergar nuevas especies de actinomicetos (Arriaga *et al.*, 2000). Un gran rango de bacterias es descrito filogenética y taxonómicamente utilizando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) sobre el 16S rDNA (Weisburg *et al.*, 1991).

Descripción del problema

Históricamente, los actinomicetos han sido el origen de grandes números de nuevos posibles antibióticos, así como de diversas moléculas con aplicación en otras áreas terapéuticas. Además, muestran actividad biodegradadora al secretar un amplio rango de enzimas que les permiten metabolizar moléculas recalcitrantes. También exhiben diferentes estrategias, como esporulación, hasta el mantenimiento de poblaciones por periodos prolongados (Genilloud *et al.*, 2011).

Justificación del proyecto

La importancia de identificar nuevas especies de actinomicetos recae en la posibilidad que tienen de ser fuente de nuevas moléculas con potencial de nueva actividad; su versatilidad metabólica y morfológica les confiere un gran potencial para desempeñarse en procesos de biorremediación. En este sentido, se ha trabajado con diferentes fuentes, tales como nichos terrestres específicos, asociaciones de plantas hospederas con características únicas y algunos ambientes marinos (Cardona *et al.*, 2009).

Hipótesis

Las colonias bacterianas aisladas a partir de tres rizosferas distintas de la Sierra de Álvarez presentan las características macroscópicas que les confieren la posibilidad de tratarse de cepas de actinomicetos.

* Universidad Autónoma de Querétaro, monsesr96@gmail.com

¹ Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

² Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

Objetivos

Lograr el aislamiento y la identificación de colonias de actinomicetos presentes en el suelo potosino, tomando como fuente tres diferentes rizosferas de la Sierra de Álvarez.

Metodología

Recolección de muestras de suelo

Tres diferentes muestras de suelo fueron recolectadas en la sierra potosina (específicamente, la zona geográfica de la Sierra de Álvarez), las cuales corresponden a rizosferas de encino (RE) y dos tipos distintos de cactáceas (RCR y RC).

Diluciones seriadas

A un volumen inicial de 9 ml de solución salina (NaCl 0.85%) se le agregó 1 g de cada una de las muestras de suelo por separado para generar una concentración inicial de 1×10^{-1} . La concentración final fue de 1×10^{-7} . Se realizó el procedimiento una segunda vez, con lo que se alcanzó una concentración final de 1×10^{-6} .

Inoculación de placas

Se utilizó medio de cultivo selectivo para glucosa, asparagina y extracto de levadura (GAE), constituido de la siguiente manera: glucosa (2%), L-asparagina (0.1%), extracto de levadura (0.05%), K_2HPO_4 (0.05%), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.05%), $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.01%) y agar (1.5%) (Coll *et. al.*, 1993). Se vaciaron 200 μ L de cada una de las diluciones anteriores en cajas Petri con medio GAE por duplicado y se utilizaron los dos conjuntos de diluciones: para el primer conjunto, las diluciones 4, 5, 6 y 7; el segundo conjunto correspondió a las diluciones 3, 4, 5 y 6.

Aislamiento y crioconservación de colonias

Después de ser incubadas por 96 horas a 26° C, se tomaron de cada caja las colonias que presentaron características similares a las reportadas en la bibliografía para colonias de actinomicetos (colonias secas, duras, polvorosas y adheridas al agar, etcétera). Se realizaron resiembras de cada colonia, a fin de obtener cultivos puros utilizando el método de estriado, y se incubaron en las condiciones ya descritas. Simultáneamente, se llevó a cabo el conteo de colonias de cada cepa para la determinación del

número de unidades formadoras de colonia por gramo de suelo (UFC/gramo de suelo). Transcurrido el tiempo de incubación, se recuperó, de cada cultivo, material biológico suficiente y se depositó en 1 ml de solución de glicerol 20% v/v, para posteriormente guardarse a -70° C.

Extracción de DNA de suelo y colonias

La extracción de DNA total de suelos se llevó a cabo para cada una de las muestras recolectadas, conforme se indica en el protocolo del Power Soil DNA Isolation Kit (MoBio Laboratories, Carlsbad, California, EUA). Se cargaron 3 μ L de muestra en un gel de agarosa 1.5% y se llevó a cabo el proceso de electroforesis a 70 V durante 30 minutos. Se extrajo DNA de cada una de las cepas identificadas como posibles actinomicetos, esta vez siguiendo el método de fenol/cloroformo-alcohol isoamílico.

PCR en muestras de DNA de suelos

Se llevó a cabo una reacción en cadena de polimerasa (PCR) para amplificar el fragmento 16S rDNA, utilizando los oligonucleótidos 27F y 1492R. La muestra inicial de DNA se diluyó (1:50) y los amplicones se corrieron en gel de agarosa 1.5%. La electroforesis se realizó en las mismas condiciones descritas anteriormente.

Resultados y discusión

Todas las cepas tomadas de las placas con medio GAE mostraron una presencia significativa, determinada por las ecuaciones 1), 2), y 3), como se muestra en la tabla 1.

Además, de acuerdo con las características macroscópicas descritas en la literatura, específicas para las colonias de actinomicetos y en conjunto con algunas otras consideraciones visuales, tales como color, tamaño, y forma, se encontró un total de 39 diferentes posibles colonias de actinomicetos. La asignación del código a cada cepa corresponde a la muestra de rizosfera a partir de la cual fueron aisladas. Esto no excluye la presencia de la misma cepa en una muestra distinta, ya que, durante el proceso, las colonias que presentaron similitudes fueron descartadas. En la figura 1, se muestra como ejemplo una placa con la presencia de las colonias bacterianas en las que hubo crecimiento a partir de la dilución de una sola de las muestras de rizosfera.

Código de cepa	UFC/g de suelo	Descripción macroscópica de colonias	Código de cepa	UFC/g de suelo	Descripción macroscópica de colonias
REZ	1x10 ⁵	Mediana, borde crema, anillo polvoso, cóncava	RCRR	5x10 ⁴	Mediana, borde ondulado, verde claro, centro perforado, opaca
REY	2.5x10 ⁵	Mediana, redonda, borde liso, blanca, algodonosa	RCRQ	5x10 ⁴	Mediana, crema, superficie blanca, opaca, cóncava
REX	5x10 ⁴	Pequeña, redonda, estrías, verde-gris, opaca	RCRP	5x10 ⁶	Pequeña, redonda, borde polvoso, gris al centro, opaca
REU	5x10 ⁴	Pequeña, redonda, rosa con anillos polvosos, opaca	RCRJ	5x10 ⁴	Mediana, borde rugoso, anillos gruesos blancos y grises, cóncava
REQ	1x10 ⁴	Mediana, borde filamentosos, gris, polvosa, opaca	RCRH	2x10 ⁵	Mediana, redonda, naranja, centro perforado, opaca
REO	5x10 ⁴	Grande, borde ondulado, polvosa, naranja, superficie café, opaca	RCRE	5x10 ⁵	Grande, redonda, crema, superficie polvosa, opaca
REM	1x10 ⁴	Pequeña, borde ondulado y cremoso, centro rosado, opaca	RCRC	5x10 ⁵	Pequeña, redonda, crema, superficie gris, centro negro, polvosa, opaca
REL	1x10 ⁵	Mediana, redonda, anillos café y gris, centro blanco, polvosa, opaca	RCRAO	5x10 ⁶	Mediana, redonda, gris, borde blanco, polvosa, opaca
REK	5x10 ⁵	Pequeña, borde ondulado, amarilla, polvosa, opaca	RCRAL	2.5x10 ⁵	Mediana, anillos grises, convexa, opaca
REJ	5x10 ⁷	Pequeña, borde ondulado, negra, opaca	RCRAI	5x10 ⁵	Pequeña, borde ondulado, estrías, café, opaca
REI	5x10 ³	Mediana, redonda, café, estrías, opaca	RCRAG	5x10 ⁵	Mediana, redonda, crema, rugosa, opaca
REH	5x10 ⁴	Mediana, redonda, rosa, superficie polvosa, centro perforado, opaca	RCRAE	1.5x10 ⁵	Mediana, redonda, blanca, algodonada, opaca
RED	1x10 ⁴	Pequeña, redonda, medio morado, superficie gris polvosa, opaca	RCRAD	1x10 ⁵	Mediana, redonda, naranja, superficie blanca, estrías, opaca
REC	5x10 ³	Grande, redonda, café, borde polvoso, opaca	RCRAC	5x10 ⁷	Pequeña, borde ondulado, blanca, exudado al centro, polvosa, opaca
REAA	5x10 ⁴	Pequeña, redonda, crema, superficie gris polvosa, opaca	RCRA	5x10 ⁵	Mediana, redonda, blanca, opaca polvosa
RCRZ	5x10 ³	Pequeña, redonda, café, superficie blanca algodonada, opaca	RCK	5x10 ⁶	Mediana, borde ondulado, cóncava, centro blanco polvoso, anillo gris, opaca
RCRV	1.5x10 ⁴	Pequeña, redonda, gris con borde blanco polvoso, cóncava,	RCJ	5x10 ⁵	Mediana, redonda, gris, superficie anillada, centro gris exudado, opaca
RCRU	3.5x10 ⁵	Mediana, redonda, anillos crema y blanco, polvosa, opaca	RCH	1x10 ⁵	Pequeña, borde ondulado, anillos polvosos grises y blancos
RCRT	5x10 ³	Mediana, redonda, borde blanco rugoso, gris al centro, opaca, polvosa	RCG	5x10 ⁴	Mediana, redonda, borde blanco polvoso, estrías blancas, anaranjada, opaca
RCRS	1x10 ⁴	Mediana, redonda, azul, algodonosa, opaca	RCB	5x10 ⁴	Pequeña, redonda, bordes crema, centro gris, opaca
RC-MY	5x10 ⁴	Mediana, redonda, borde blanco polvoso, rosa al centro, opaca	-	-	-

Factor dilución (FD) = (Título de la dilución inicial)/(Títulos diluciones sucesivas) (Ecuación 1)

Factor decimal de dilución (FDD) = 1/FD (Ecuación 2)

UFC/gramo de suelo = (Núm. de colonias en la placa) (FDD/vol. inicial sembrado) (Ecuación 3)

Tabla 1. Reporte de UFC/gramo de suelo y descripción macroscópica de las colonias

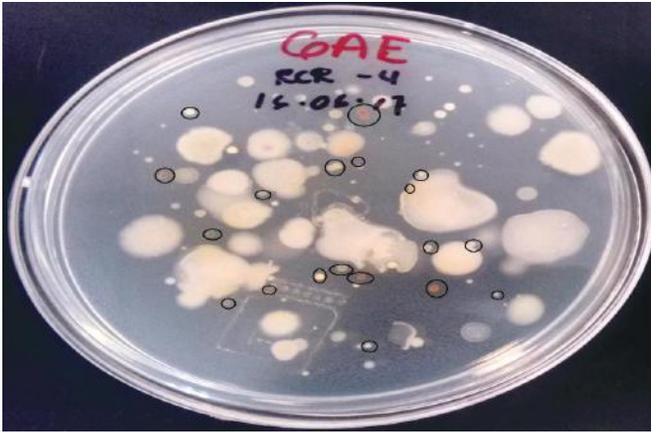


Figura 1. Placa con medio GAE. Dentro de los círculos se observan posibles colonias de actinomicetos provenientes de rizosfera de cactácea (RCR) con un factor de dilución 1×10^{-4} .

Por medio de la electroforesis, se comprobó la correcta extracción de DNA de suelo procedente de las tres diferentes rizosferas recolectadas. Las tres bandas que se observan en la figura 2 indican la presencia de material genómico. Se amplificó 16S rDNA a partir del DNA total extraído, de igual manera que cada rizosfera recolectada; en la figura 3, se observan tres bandas tenues en los carriles 3, 4 y 5. Dichas bandas corresponden a un peso de 1,500

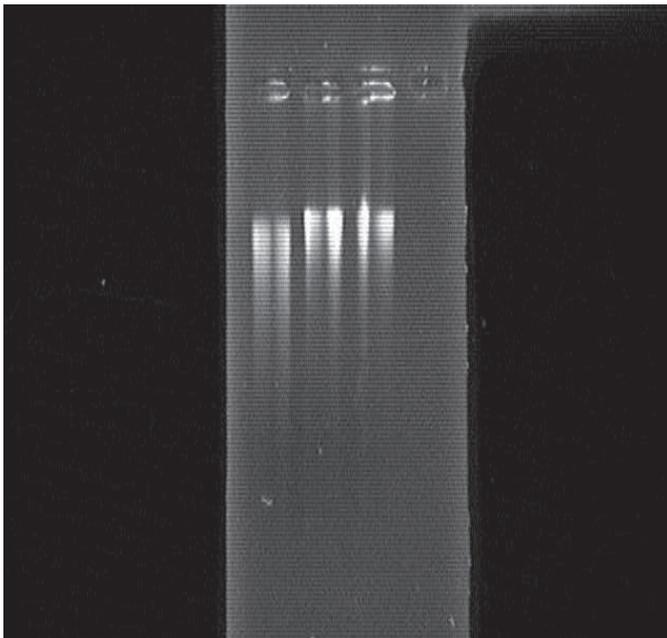


Figura 2. Comprobación de extracción de DNA de suelos en gel de agarosa. De izquierda a derecha: RE, RCR y RC.

kilobases, que a su vez corresponde al peso que este fragmento de DNA posee.

Lo anterior confirma la presencia de DNA bacteriano en el suelo y permite su posterior secuenciación para la correcta y final determinación de las bacterias presentes, así como su pertenencia al orden de los actinomicetales. (Wool *et al.*, 2008). Por último, la identificación por medios tanto microscópicos como moleculares, entre otros, de cada una de las posibles cepas de actinomicetos, se llevará a cabo en trabajos posteriores, a fin de obtener una correcta determinación de familia, género, etcétera.

Conclusiones

El aislamiento y la identificación de cepas de actinomicetos, con base en sus características morfológicas macroscópicas, marcan un primer paso para el posible descubrimiento de nuevas especies en suelos potosinos, o bien, para la posterior caracterización de nuevas moléculas que tengan potencial diverso para ser usadas en diferentes ámbitos.

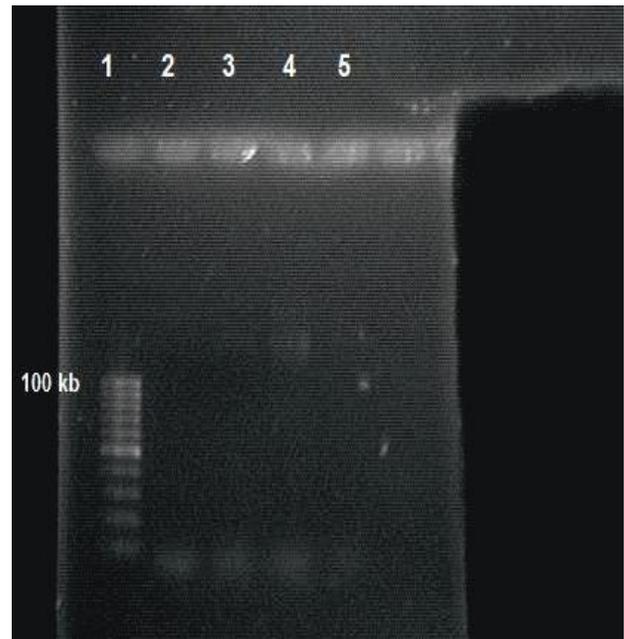


Figura 3. Comprobación de la amplificación de 16S rDNA en gel de agarosa 1.5%; marcador de peso molecular (1), control negativo (2), RE (3), RC (4) y RCR (5).

Referencias bibliográficas

Salazar A y Ordoñez C (2013). *Aislamiento e identificación de actinomicetos fijadores de nitrógeno en suelo del jardín botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira*. México: Universidad Tecnológica de Pereira. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3050> (consultada el 15 agosto de 2017)

Cardona C, Peña C y García M (2009). Comunidades de hongos actinomicetos en tres tipos de vegetación de la Amazonia colombiana: abundancia, morfotipos y el gen 16s ADN. *Scielo*, núm. 4, vol. LVII, pp. 1119 - 1139. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400017 (consultada el 16 de agosto de 2017)

- Uzcátegui M, Serrano J, Boiron P y Rodríguez V (2009). Clasificación e identificación de especies de actinomicetos: un estudio fenotípico comparativo. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29, [91-97].

- Genilloud O, González I, Salazar O, Martín J, Tormo J y Vicente F (2011). Current approaches to exploit actinomycetes as a source of novel natural products. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 3, marzo, [375-389].

- Arriaga L, Espinoza JM, Aguilar C, Martínez E, Gómez L y Loa E (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html> (consultada el 16 de agosto de 2017)

- Coll P, Fernández J, Villanueva J y Santamaría R (1993). Purification and characterization of a phenoloxidase (Laccase) from the lignin-degrading basidiomycete PM1 (CECT 2971). *Applied and Environmental Microbiology*, núm. 8, vol. LIX, agosto, [2607-2613].

- Woo P, Lau S y Teng J (2008). Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *ELSEVIER*, núm. 10, vol. XIV, octubre [908-934]

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2017

Análisis genómicos comparativos para la detección de microorganismos específicos del deterioro en carne de pollo

Cinthia E. Sáenz García¹
Pilar Castañeda Serrano²
Gerardo M. Nava Morales¹

Resumen

En el mundo, el 20% de la carne que se produce se desperdicia y una de las principales causas es el deterioro microbiano. Se ha reportado una amplia gama de géneros bacterianos asociados al deterioro; sin embargo, hasta el momento se desconoce el agente bacteriano que causa el deterioro. Por más de 20 años, la comunidad científica ha estudiado la hipótesis del deterioro microbiano, la cual postula la existencia de microorganismos específicos del deterioro (MED). Los MED tienen la capacidad de adaptarse a diversas condiciones extremas durante el procesamiento, almacenamiento y la distribución de la carne; para sobrevivir a estas condiciones de estrés, deben poseer una maquinaria metabólica extensa. El objetivo del presente proyecto fue identificar al posible MED en la carne de pollo; para tal fin, se realizaron ensayos genómicos comparativos de la microbiota asociada al deterioro. Los análisis genómicos revelaron que la familia Pseudomonadaceae posee el potencial metabólico para ser el agente causal del deterioro de la carne de pollo; para comprobar esta idea, se realizaron ensayos biológicos con aislamientos de *Pseudomonas psychrophila* y Enterobacterias, recuperados a partir de carne de pollo deteriorada. Los filetes de pollo

inoculados con *P. psychrophila* se deterioraron al día 4 de almacenamiento, mientras que los filetes inoculados con Enterobacterias lo hicieron hasta el día 8. Los resultados indican que miembros de la familia Pseudomonadaceae son los posibles MED de la carne de pollo; esta información es fundamental para establecer estrategias sanitarias para disminuir el deterioro de la carne.

Antecedentes

Un tercio de la producción de alimentos destinados a consumo humano se desperdicia, esto representa 1,300 millones de toneladas al año (1). Por sus características bioquímicas, la carne experimenta un deterioro progresivo desde el sacrificio del animal, condición óptima para el crecimiento bacteriano (1). Con el fin de implementar medidas que controlen el desarrollo de estos microorganismos y alarguen la vida de anaquel del producto, es indispensable conocer la diversidad de las familias bacterianas asociadas al deterioro.

Descripción del problema

Se ha estimado que de 2 a 4% de la producción de carne se pierde a consecuencia del deterioro microbiano (2). En la carne de pollo, los MED se encuentran en concentraciones bajas ($<2 \log_{10}$), en comparación con el resto de la microbiota; y su principal característica, es la capacidad para adoptar diversas estrategias que les permiten proliferar durante el proceso, transporte y almacenamiento de la carne (3,4). Los MED poseen una maquinaria metabólica diversa para extraer nutrientes del tejido muscular, estilo de vida generalista y repertorio genético extenso (5).

Justificación del proyecto

El deterioro microbiano produce cuantiosas pérdidas económicas en la industria avícola; sin embargo, en la actualidad se desconoce el MED de la carne de pollo. La información a este respecto es esencial para desarrollar estrategias sanitarias, a fin de prolongar la vida de anaquel del producto.

Hipótesis

El MED de la carne de pollo posee una capacidad genómica extensa para sobrevivir y proliferar durante el procesamiento, transporte y almacenamiento de la carne.

¹Universidad Autónoma de Querétaro

²Facultad de Veterinaria UNAM

Contacto: gerardomnava@gmail.com

Objetivos

1. Identificar, a través de ensayos genómicos comparativos, el posible MED en la carne de pollo.
2. Validar la capacidad deterioradora del MED, a través de un ensayo biológico en carne de pollo.
3. Evidenciar la presencia de MED en carne de pollo expedida en mercados públicos

Metodología

Análisis de genomas bacterianos

Los genomas de las familias bacterianas asociadas al deterioro se obtuvieron de la base de datos Integrated Microbial Genomes (IMG), DOE's Joint Genome Institute (JGI) en EUA (septiembre, 2015). En total, se identificaron 11,401 genomas pertenecientes a estas familias (cuadro 1). De cada familia bacteriana se obtuvo el número de bases de su genoma, el número de genes que codifican para proteínas y *tRNA*. El análisis estadístico de estos valores se realizó mediante el programa StatView, de la empresa SAS.

Ensayo biológico para la identificación del MED

Para corroborar la participación de miembros de la familia Pseudomonadaceae como posibles MED, aislamientos de *Pseudomonas psychrophila* y Enterobacterias fueron recuperados a partir de carne deteriorada. Estos dos organismos se utilizaron en un ensayo biológico de deterioro de carne. Brevemente, pechuga de pollo sin piel fue inoculada de la siguiente manera: 1) *Pseudomonas psychrophila* (2.5×10^6 UFC); 2) Enterobacterias (2.5×10^6 UFC); 3) *Pseudomonas psychrophila* y Enterobacterias (2.5×10^6 UFC de cada una), y 4) control negativo. A los días 0, 2, 4 y 8 se tomó una submuestra de cada grupo y se analizó el nitrógeno volátil total (TVBN) como indicador de deterioro (6).

Desarrollo y estandarización de la PCR para la familia Pseudomonadaceae

Para la PCR, se utilizaron los iniciadores PSMG (RC) sentido (AAGTTGGGAGGAAGG) y PAGSR antisentido (CACTGGTGTTCCTTCCTATA); para validar el ensayo, se utilizó ADN extraído de aislamientos de *Pseudomonas psychrophila*. Asimismo, se eligieron las siguientes condiciones: 94° C por 3 minutos, 30 ciclos de 94° C por 20 segundos,

54.2° C por 15 segundos, 72° C por 20 segundos y 72° C por 1 minutos.

Para evidenciar la presencia de miembros de la familia Pseudomonadaceae en carne de pollo deteriorada, se obtuvieron 6 piezas de pollo con piel proveniente de un supermercado de la ciudad de Querétaro; se deterioraron a 4° C durante 14 días. Lavados de la superficie de la pechuga se sometieron a extracción de ADN con el kit comercial Quick-gDNA Zymo Research (Zymo, EUA) para usarlas como template del ensayo de la PCR.

Resultados y discusión

El mayor tamaño de genoma (promedio = 6.2 Mpb) y mayor repertorio genético (promedio = 5,832.8 genes) se observó en la familia Pseudomonadaceae; sugiriendo un extenso repertorio metabólico. En contraste, el número de *tRNA* (promedio = 56 genes) indica que miembros de esta familia poseen una tasa de proliferación lenta (cuadro 1). Dos características indispensables del MED.

Familia	Tamaño del genoma (Mpb)	Número de genes	Número de genes de <i>tRNA</i>
Pseudomonadaceae	6.2 ^a	5832.8 ^a	56 ^{ac}
Enterobacteriaceae	5.0 ^b	4973.8 ^b	78 ^{ad}
Shewanellaceae	4.9 ^b	4428.4 ^{bc}	90 ^e
Aeromonadaceae	4.6 ^c	5832.8 ^c	93 ^e
Alcaligenaceae	4.5 ^c	4973.8 ^{bc}	49 ^b
Moraxellaceae	3.9 ^d	4428.4 ^d	79 ^d
Enterococcaceae	3.0 ^e	3000.3 ^e	52 ^{bc}
Listeriaceae	2.9 ^{ef}	3046.6 ^e	54 ^e
Staphylococcaceae	2.8 ^f	2726.2 ^f	56 ^e
Carnobacteriaceae	2.6 ^g	2529.1 ^f	53 ^e
Leuconostocaceae	1.8 ^h	1944.6 ^g	46 ^b

Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0.005$).

Cuadro 1. Análisis genómico comparativo de las familias asociadas al deterioro

En el modelo de deterioro, el grupo inoculado con *P. psychrophila* y *P. psychrophila* + Enterobacterias alcanzaron niveles de deterioro (TVB-N >20 mg NH₃/100 g) al día 4 de almacenamiento; en contraste, el grupo inoculado con Enterobacterias alcanzó niveles de deterioro hasta el día 8 (figura 1). Estos datos confirman la participación de miembros de la familia Pseudomonadaceae como posibles MED en la carne de pollo.

El ensayo de la PCR evidenció la presencia de miembros de la familia Pseudomonadaceae en 100%

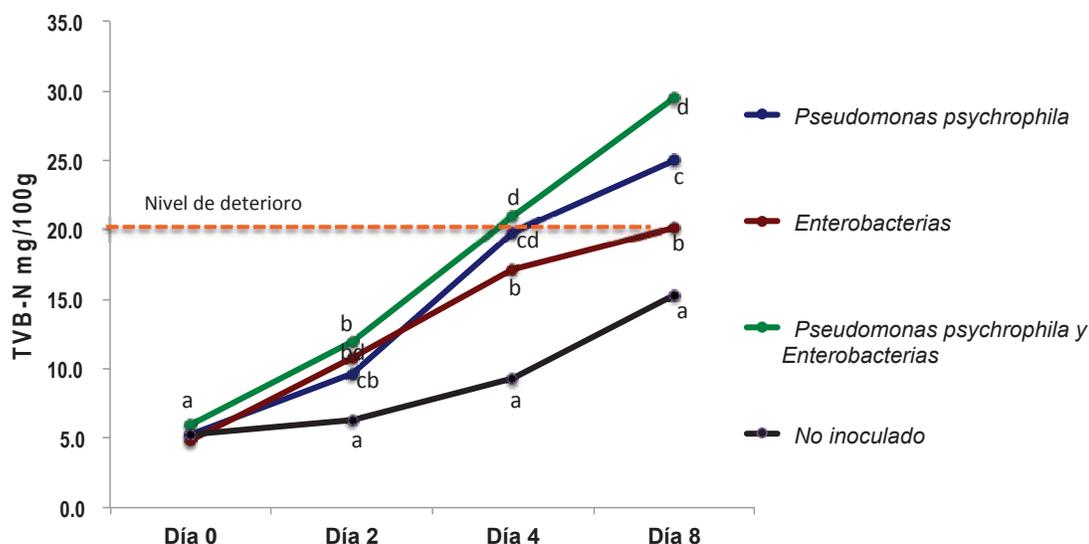


Figura 1. Evaluación de TVB-N en carne de pollo inoculada. Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0.005$).



Figura 2. PCR para la familia Pseudomonadaceae. Carril 1 y 2: control positivo; 3-7: lavados de carne de pollo deteriorada; 8-12: aislamientos de *Pseudomonas* sp.

de los lavados de pollo almacenado durante 14 días (figura 2), tiempo necesario para el deterioro. Estos resultados demuestran la participación de la familia Pseudomonadaceae en el deterioro de la carne de pollo.

Conclusiones

En el presente estudio, los análisis genómicos y el ensayo biológico revelaron que la familia Pseudomonadaceae es el posible MED en la carne de pollo. Los experimentos realizados demostraron que esta familia posee un repertorio genético extenso para adaptarse a las diversas condiciones extremas del procesamiento de la carne de pollo. Estos estudios permitirán establecer medidas zootécnicas y sanitarias en granjas y plantas de procesamiento para disminuir las pérdidas económicas causadas por el deterioro microbiano de la carne de pollo.

Referencias bibliográficas

1. FAO (2015) *SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction*.
2. Russell SM, Fletcher DL y Cox NA (1996). Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses. *Poultry Science*, 75:2041-2047.
3. Nychas GJE, Skandamis PN, Tassou CC y Koutsoumanis KP (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78(1-2), 77-89.
4. Ochman H y Davalos LM (2006). The nature and dynamics of bacterial genomes. *Science*, (5768):1730.
5. Hwang K-E, Choi Y-S, Kim H-W, Choi M-S, Song D-H, Kim Y-J, Ham Y-K y Kim C-J (2015). Combined effects of mugwort herb and vitamin C on shelf-life of vacuum-packed seasoned pork. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 35(4):421-430.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 17 de noviembre de 2017

Efecto del 17 β -estradiol sobre la expresión de miR-21 en cérvix del ratón transgénico K14E7HPV16

Jessica Jazmín Silva Tovar,* Chandel Chan Castro, Cornelia Solano Ruperto, Cristal Araceli Contreras Montoya, Erandi Arvizu Hernández, Gloria Elena Silva Román, Janeth Catalina Manjarrez González, Kasandra Aguilar Cázarez, Rosa Denisse López Canizales, Paul F. Lambert, Rodolfo B. Ocadiz-Delgado, Patricio Gariglio

Resumen

El cáncer cervical, causado por el Virus del Papiloma Humano de alto riesgo (HR-HPV), representa 25% de los casos de cáncer en todo el mundo; la oncoproteína E7 del HR-HPV, hormonas como el 17 β -estradiol (E₂) y la expresión aberrante de miR-21 son factores importantes para la carcinogénesis cervical. Se administró una inducción rápida con E₂ a ratones FvB (control) y K14E7, que posteriormente fueron analizados en las diferentes etapas del ciclo estral diestro, estro y estro-inducido con E₂. Se extrajo RNA total de suero y tejido, y después de genotipificar los ratones mediante PCR *in situ*, se determinaron los niveles de proliferación celular en cérvix mediante ensayos de inmunohistoquímica (PCNA). Finalmente, se establecieron los niveles de expresión de miR-21 y de uno de sus genes blanco (Bcl-2), mediante RT-PCR en tiempo real, tanto en suero como en tejido cervical. El epitelio cervical de los ratones FvB+E₂ presentó hiperplasia leve con la formación de papilomas, mientras que los ratones K14E7 y K14E7+E₂ presentaron metaplasia/NIC1/NIC2 e hiperplasia severa/NIC2, respectivamente; además, se observó la presencia de infiltrado inflamatorio en los ratones tratados con E₂. Los niveles de proliferación celular se vieron incrementados principalmente en los ratones K14E7+E₂. La relación relativa entre la expresión

miR-21:Bcl-2 mostró una alta concordancia entre las dos muestras biológicas. Estos resultados sugieren que la relación miR-21:Bcl-2 podría ser usada como un criterio de diagnóstico molecular del cáncer cervicouterino.

Antecedentes

El cáncer cervicouterino (CC) es el tercer cáncer más común entre las mujeres de todo el mundo; está fuertemente asociado con la infección y posterior transformación de las células cervicales por el virus del papiloma humano de alto riesgo (HR-HPVs), de manera que HR-HPV16 es el genotipo más prevalente en CC [1]. La oncoproteína E7 del HPV16 se considera la principal proteína transformadora, dada su capacidad de inmortalizar células epiteliales humanas en cultivos celulares [2] y de inducir tumores cervicales en ratones genéticamente modificados que expresan E7 en cooperación con estradiol (E₂) [3]. La exposición a estrógenos como el E₂, por el uso prolongado de anticonceptivos, aumenta el riesgo de desarrollar tumorigénesis cervical, debido al aumento de la proliferación celular, lesiones epiteliales y daño al DNA que provocan [4].

Los microRNAs (miRNAs) son cadenas cortas de RNA no codificantes de 20-24 nucleótidos de longitud, los cuales participan en la regulación de la expresión génica a nivel postranscripcional por la degradación del mRNA o por la represión traduccional de los mRNA que codifican proteínas. Los miRNAs funcionan como oncogenes o supresores de tumores, dependiendo del contexto celular y de sus genes diana [5].

Al dirigirse a los mRNA, los miRNA desempeñan un papel crítico en la proliferación celular y la apoptosis, así como en la iniciación y progresión del cáncer. Varios estudios han documentado la expresión aberrante de diversos miRNAs y la patogénesis de muchos cánceres humanos —incluyendo el CC—; entre ellos, miR-21. El miR-21 funciona como un oncogén al dirigirse a genes supresores de tumores; el aumento en los niveles de miR-21 conduce a la proliferación celular y a la inhibición de la apoptosis [3].

Se ha demostrado que la oncoproteína HPV16 E7 y el E₂ inducen el incremento en la expresión de miR21 en el tejido cervical al asociarlo con el desarrollo del CC.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, unidad Zacatenco, Departamento de Genética y Biología Molecular

* Contacto: jjsilvato@hotmail.com

Descripción del problema

El uso prolongado de anticonceptivos con hormonas —como el E₂— aumenta el riesgo de desarrollar CC. Las pruebas actuales para el diagnóstico de CC se realizan mediante exámenes citológicos de células cervicales que son exfoliadas; estas pruebas, por ser altamente invasivas, hacen necesario el estudio de nuevos criterios de diagnóstico preventivo del CC.

Justificación del proyecto

Determinar una relación en la expresión de factores involucrados en el desarrollo del CC —como miR-21 y Bcl2 en suero y tejido—, así como la influencia de estrógenos como el E₂ sobre ellos. Estos datos nos permitirán obtener nuevos criterios de diagnóstico molecular a partir de muestras biológicas como el suero, de manera que se evitará realizar procedimientos invasivos.

Hipótesis

El tratamiento con E₂ o la expresión del oncogén E7 conducirán a una expresión aberrante de miR-21 y Bcl2 en el cérvix del ratón transgénico K14E7HPV16, lo cual favorecerá el desarrollo de lesiones premalignas. Asimismo, se podrá establecer una correlación entre los cambios en los niveles de expresión de miR-21 y Bcl2 en suero y tejido cervical.

Objetivos

Evaluar el efecto del E₂ y la oncoproteína E7 del Virus del Papiloma Humano tipo 16 (VPH-16) sobre la expresión del oncomiRNA miR-21 en el cérvix del ratón transgénico K14E7HPV16 (K14E7) de siete meses de edad.

Metodología

Determinación del ciclo estral en ratones e inducción con E₂

Los ratones K14E7 de 7 meses de edad se obtuvieron de la UPEAL-Cinvestav. Se les realizó un lavado vaginal con 10 µl de PBS 1x estéril (aplicando y recuperando el PBS de tres a cuatro veces). El lavado se depositó y se extendió sobre una laminilla que después se dejó secar al aire y se horneó a 42° C durante 5 minutos. Posteriormente, a cada una se le realizó una tinción con hematoxilina-eosina y se observó al microscopio para determinar el ciclo estral del ratón (diestro, proestro, estro o metaestro). Se realizó una

inducción rápida de los ratones del estado diestro a estro, mediante la inoculación vía intraperitoneal de una suspensión de E₂.

Extracción de RNA total de suero y tejido

Los ratones K14E7, FvB, K14E7+E2 y FvB+E2 fueron sacrificados por dislocación cervical. La sangre fue extraída y centrifugada a 3000 rpm durante 6 minutos; posteriormente, se recuperó el suero. A su vez, el tejido cervical se extrajo rápidamente y se cortó en pequeñas piezas. Para la extracción de RNA se empleó el método TRIzol (Invitrogen), de acuerdo con el protocolo del fabricante, y se evaluaron espectrofotométricamente la calidad y la concentración de RNA midiendo la absorbancia a A260/280.

Obtención de tejido e histopatología

Todos los tejidos de los ratones K14E7 y FvB —tratados y no tratados— fueron fijados con paraformaldehído e incluidos en parafina. Se hicieron cortes de 5 µm, los cuales fueron desparafinados, rehidratados y fijados en láminas. Se tiñeron con el método de hematoxilina-eosina.

PCR in situ

La genotipificación de los ratones K14E7 se realizó por PCR *in situ*. La amplificación de DNA se llevó a cabo usando un método de arranque en caliente con una solución de PCR con un volumen final de 50 µl y *primers* específicos. Las condiciones de PCR fueron 3 minutos a 90° C y 18 ciclos de 94° C durante 1 minuto; 58° C por 1 minuto y 72° C durante 1 minuto. El producto de PCR marcado con digoxigenina-11-dUTP se detectó después de lavado e incubación con un conjugado de fosfatasa alcalina-antidigoxigenina, montado con Permout.

Inmunohistoquímica

Los tejidos cervicales fueron procesados para la tinción inmunohistoquímica. La detección de proteínas para inmunohistoquímica se llevó a cabo utilizando el sistema de detección HRP/DAB, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Las muestras se incubaron durante la noche con anticuerpos primarios contra PCNA. El anticuerpo conjugado HRP se utilizó como anticuerpo secundario. Después de los procedimientos inmunohistoquímicos, los tejidos se contrastaron con hematoxilina y se montaron con Permout.

Cuantificación de los niveles de Bcl2 usando qPCR

El cDNA fue sintetizado, a partir del RNA total de suero y tejido, mediante transcripción reversa. La qPCR se realizó utilizando el sistema de detección Applied Biosystems 7300, así como SYBR-Green y el protocolo del fabricante. La PCR se llevó a cabo con una desnaturalización inicial a 95° C por 10 minutos y 45 ciclos de 3 etapas que incluían una desnaturalización de 45 segundos a 95° C, un alineamiento de 45 segundos a 60° C y 45 segundos de extensión a 72° C. Los niveles de expresión relativa se normalizaron con la expresión del mRNA de GAPDH.

Cuantificación de los niveles de miR21 usando qPCR

Para detectar los niveles de miR21 en suero y tejido, se sintetizó cDNA usando el TaqMan MicroRNA Reverse Transcription Kit. Los ciclos de PCR fueron: 16° C por 30 minutos, 42° C por 30 minutos y 85° C por 5 minutos. Los niveles de expresión relativa se normalizaron con la expresión del control endógeno snoRNA202. La expresión de miR21 y Bcl2 se determinó a partir del ciclo umbral (Ct) y los niveles de expresión relativos se calcularon mediante el método $2^{-\Delta\Delta Ct}$.

Resultados y discusión

El CC se caracteriza por una fase premaligna bien definida de la cual se puede sospechar en el examen citológico de las células cervicales exfoliadas y puede ser confirmada en el examen histológico de tejido cervical. Estos cambios premalignos representan un espectro de anomalías histológicas que se identifican como neoplasia intraepitelial cervical (NIC) y que van de NIC1 (displasia leve) y NIC2 (displasia moderada) a NIC3 (displasia severa/carcinoma *in situ*) [6]. El epitelio cervical de los ratones FvB+E₂ presentó hiperplasia leve, con formación de papilomas, mientras que los ratones K14E7 y K14E7+E₂ presentaron metaplasia/NIC1/NIC2 e hiperplasia severa/NIC2, respectivamente. Además, se observó la presencia de infiltrado inflamatorio en los ratones tratados con E₂ que no expresa la oncoproteína E7 (Figura 1).

Se evaluó el índice de proliferación celular mediante el estudio inmunohistoquímico de antígeno nuclear de proliferación celular (PCNA). En los ratones FvB + E₂, la tinción con PCNA se vio aumentada y uniformemente distribuida a través del espesor total del epitelio, a pesar de no expresar la oncoproteína

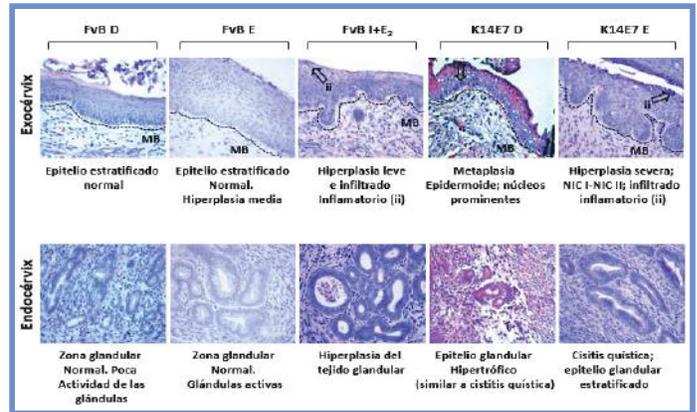


Figura 1. Epitelio cervical murino de 7 meses de edad teñido con Hematoxilina-Eosina

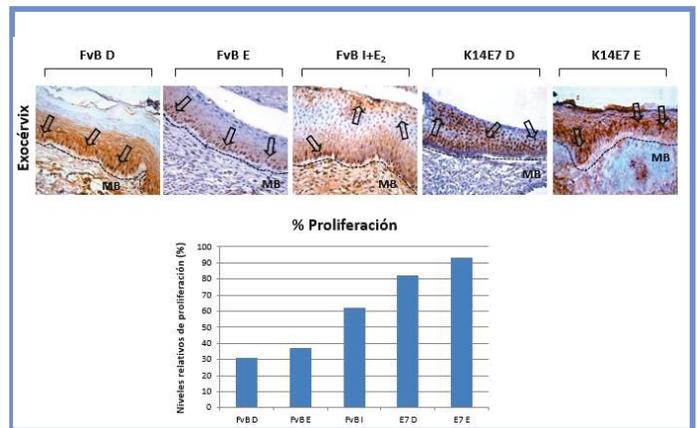


Figura 2. a) Expresión del biomarcador PCNA en el epitelio cervical murino mediante inmunohistoquímica b) Niveles de proliferación celular.

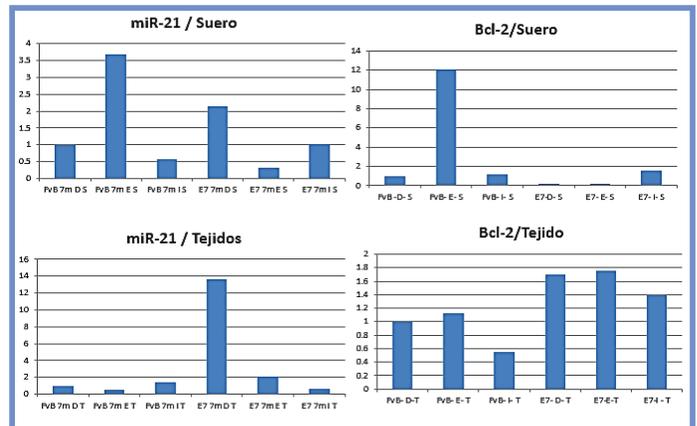


Figura 3. Expresión relativa de miR-21 y Bcl2 en Suero y Tejido

HPV16 E7 (Figura 2a). Esto indica una actividad generalizada de alta proliferación, similar al patrón de tinción que se origina en las células epiteliales basales y se extiende a las capas superiores, usualmente observadas en lesiones CIN2 humanas. Por el contrario, la tinción en los ratones K14E7 no tratados se restringió en su expresión a los compartimentos basales y parabasales del epitelio escamoso estratificado hiperproliferativo (Figura 2a). La gráfica de la Figura 2b muestra el porcentaje de proliferación en cada una de las condiciones evaluadas.

El oncomiRNA miR-21 se ha encontrado sobreexpresado en glioblastoma, cáncer de mama, cáncer de pulmón, leucemia linfocítica crónica y cáncer cervicouterino. El análisis con algoritmos usados para predecir los objetivos de los micrRNAs demostró que uno de los genes blancos de miR-21 es Bcl2 [7], un gen supresor de la apoptosis, el cual codifica proteínas que promueven la supervivencia celular al inhibir los adaptadores necesarios para la activación de las proteasas responsables del proceso de suicidio celular programado o apoptosis [8].

Al comparar la expresión de miR-21 y el gen Bcl2 en suero y tejido, no fue posible establecer una correlación directa entre ellos, como se muestra en la Figura 3. Es interesante notar que, al establecer una relación relativa entre la expresión miR-21:Bcl2, se encontró una alta concordancia entre las dos muestras biológicas (figura 4).

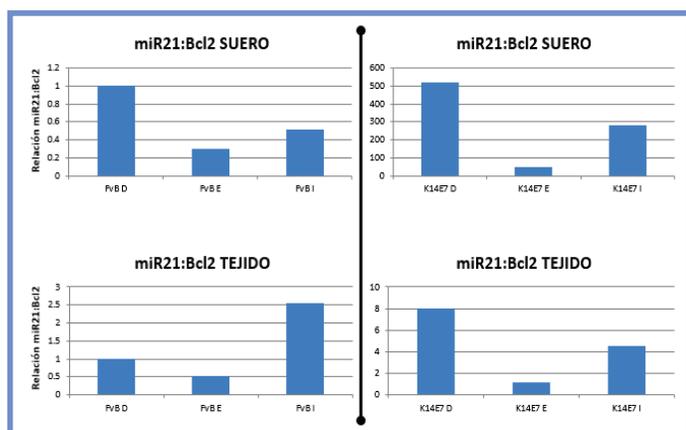


Figura 4. Relación de la expresión miR-21:Bcl-2 entre suero y tejido

Conclusiones

Se comprobó que la hormona E₂ es un factor de riesgo para el desarrollo de cáncer cervicouterino. La relación entre la expresión relativa de miR-21:Bcl-2 podría ser usado como un criterio de diagnóstico molecular de este padecimiento.

Referencias bibliográficas

- [1] McLaughlin-Drubin M y Münger K (2009). The human papilloma virus E7 oncoprotein. *Virology*, 384(2), pp.335-344.
- [2] Cortés-Malagón E, Bonilla-Delgado J, Díaz-Chávez J, Hidalgo-Miranda A *et al.* (2013). Gene expression profile regulated by the HPV16 E7 oncoprotein and estradiol in cervical tissue. *Virology*, 447(0), pp.155-165.
- [3] Gómez-Gómez Y, Organista-Nava J, Ocadiz-Delgado R *et al.* (2016). The expression of miR-21 and miR-143 is deregulated by the HPV16 E7 oncoprotein and 17β-estradiol. *Oncology*, 49, pp.549-558.
- [4] Gariglio P, Gutiérrez J, Cortés E y Vázquez J (2009). The role of retinoid deficiency and estrogens as cofactors in cervical cancer. *Archives of Medical Research*, 40(6), pp.449-465.
- [5] NCBI. MicroRNA 21 [en línea]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/406991>
- [6] Woodman C, Collins S y Young L (2007). The natural history of cervical HPV infection: unresolved issues. *Nature Reviews*, 7.
- [7] Li-Xu Y, Xiu-Fang H, Quiong S *et al.* (2008). MicroRNA miR-21 overexpression in human breast cancer is associated with advanced clinical stage, lymph node metastasis and patient poor prognosis. *RNA*, 14(11), pp.2348-2360.
- [8] Cory S y Adams J. The Bcl-2 protein family: arbiters of cell survival. *Science*, 281, pp. 1322-1326.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Evaluación integral del estado psicosocial de la población queretana con esclerosis múltiple

Diego Ulises Vázquez Omaña,* Ana Laura Hernández Ledesma, Victoria Garrido Sicilia, Lilia Susana Gallardo Vidal, Adriana Jheny Rodríguez Méndez

Resumen

Introducción. La calidad de vida (CV) es la percepción de un individuo sobre su contexto cultural y moral, así como la relación con sus objetivos, expectativas, normas e intereses. La evolución impredecible de la esclerosis múltiple (EM) genera disminución del desempeño físico, emocional y social, lo cual incide en un detrimento de la CV; estos parámetros aún no se han evaluado en población local con EM. **Objetivos.** Evaluar CV y estado psicosocial de población con EM. **Metodología.** Se proporcionó a cada uno de los participantes (n=29) los siguientes instrumentos: calidad de vida de la Organización Mundial de la Salud (WHOQOL-BREF); inventario de depresión de Beck (BDI-II); inventario de ansiedad de Beck (BAI); percepción de apoyo social (Duke-UNC-11); funcionalidad familiar (FF-SIL) y escala de severidad de la fatiga de Krupp (FSS). **Resultados.** Se observó que 17.2% de los participantes tiene baja percepción de apoyo social; 37.8% presenta algún grado de disfunción familiar; 37.9% presenta síntomas de depresión de leve a moderado; 75.8% tiene síntomas de ansiedad de moderados a graves; 58.3% presenta fatiga por arriba de la media para EM. Se observaron correlaciones significativas entre los dominios del WHOQOL-BREF (salud física, psicológica, relaciones sociales y ambiente) y las distintas evaluaciones psicosociales. **Conclusiones.** De acuerdo con los indicadores del estado psicosocial,

a menor tiempo de padecimiento de EM, mayor prevalencia de depresión, ansiedad, fatiga y disfunción familiar, además de menor calidad de vida. Estos datos muestran la importancia de integrar programas de apoyo que ayuden a mejorar las condiciones de estos pacientes.

Antecedentes

La esclerosis múltiple (EM) es un proceso inflamatorio, de naturaleza autoinmunitaria, caracterizado por la desmielinización del sistema nervioso, principalmente el central – (Miljković y Spasojević, 2013).

La EM tiene un cuadro clínico muy diverso que depende de la persona, su ambiente y la evolución de la enfermedad, entre otras. La afectación puede darse en el nivel motor, sensorial, visual y afectivo, así como en el sistema nervioso autónomo y cognitivo. Sus manifestaciones clínicas se caracterizan por la pérdida de la función neurológica, la cual es impredecible y puede durar desde días hasta años (Goodin, 2014).

La evolución tan impredecible y progresiva de la EM suele llevar a un decremento físico y emocional de la persona que padece la enfermedad, lo que genera una disminución en la calidad de vida (CV). La CV es definida como la percepción de un individuo sobre su contexto cultural, moral y afectivo, en relación con sus objetivos, expectativas, normas e intereses. Factores como la presencia de depresión, ansiedad, fatiga y discapacidad se han asociado con un decremento de la CV en personas con EM (Farran et al., 2016; Olascoaga, 2010).

Descripción del problema

La esclerosis múltiple (EM) es una de las principales causas de discapacidad neurológica no traumática en adultos jóvenes. La naturaleza progresiva e impredecible de la EM puede ocasionar decremento en la función física y emocional de la persona. Ansiedad, depresión y fatiga son comorbilidades de considerable prevalencia entre las personas con EM y han sido ligadas a un decremento de la calidad de vida.

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina, Departamento de Investigación Biomédica, Laboratorio de Neuroinmunoendocrinología

* Contacto: diego.omana95@gmail.com

Justificación

Es poca la información que se tiene sobre el estado de salud de pacientes con EM, especialmente en relación con la salud mental. El presente estudio representa un primer acercamiento para evaluar el estado psicosocial de la población queretana con EM.

Objetivos

Evaluar el estado psicosocial y su efecto sobre la calidad de vida de la población con EM del estado de Querétaro.

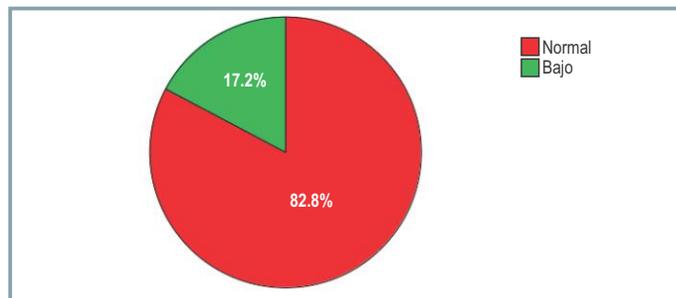
Metodología

El presente trabajo fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro. Se evaluó a 29 voluntarios, con diagnóstico de EM confirmado, mediante la aplicación de seis instrumentos: para la determinación de calidad de vida se aplicó el Cuestionario de Calidad de vida de la Organización Mundial de la Salud (WHOQOL-BREF); para identificar presencia y severidad de depresión y ansiedad, se aplicaron el inventario de depresión de Beck (BDI-II) y el inventario de ansiedad de Beck (BAI), respectivamente; la percepción de apoyo social se evaluó mediante el cuestionario de apoyo social (Duke-UNC-11) y la prueba de funcionalidad familiar (FF-SIL); finalmente, se evaluó la percepción de la discapacidad mediante la escala de severidad de la fatiga de Krupp (FSS).

Todos los cuestionarios fueron auto-administrados. Se realizó estadística descriptiva y pruebas de correlación R de Pearson con el programa IBM SPSS Statistics, versión 21.0.0, del año 2012.

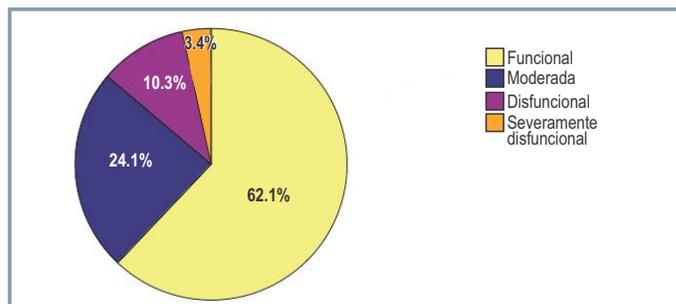
Resultados y discusión

El 41.4% de la población con EM del estado de Querétaro tiene un tiempo de diagnóstico de <5 años; 27.6% tiene 5-10 años de diagnóstico y el 31% restante lleva >10 años con el diagnóstico. De acuerdo con los resultados obtenidos por los cuestionarios, 17.2% de la población con EM muestra una baja percepción de apoyo social (gráfica 1.1); 37.8% padece algún grado de disfunción familiar (gráfica 1.2); 37.9% presenta síntomas asociados a depresión leve-moderados (gráfica 1.3) y 75.8% presenta



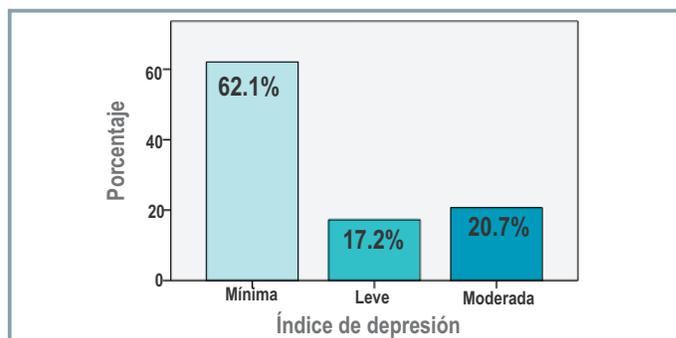
Gráfica 1.1 Porcentaje de pacientes con EM que tienen baja percepción de apoyo social

Fuente: Aplicación de cuestionario "Percepción de apoyo social" (Duke-UNC-119 en pacientes con EM del estado de Querétaro)



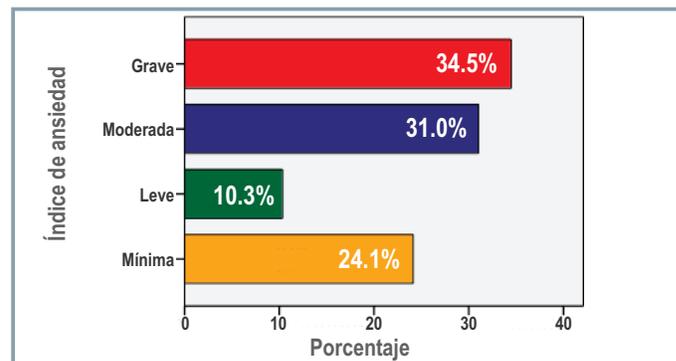
Gráfica 1.2 Porcentaje de pacientes con EM que tienen disfunción familiar

Fuente: Aplicación de cuestionario "Funcionalidad familiar" (FF-SIL) en pacientes con EM del estado de Querétaro



Gráfica 1.3 Porcentaje de pacientes con EM que tienen depresión.

Fuente: Aplicación del inventario de depresión de Beck (BDI-II) en pacientes con EM del estado de Querétaro



Gráfica 1.4 Porcentaje de pacientes con EM que tienen ansiedad.

Fuente: Aplicación del inventario de ansiedad de Beck (BAI) en pacientes con EM del estado de Querétaro

síntomas asociados a ansiedad, mayoritariamente severos (gráfica 1.4).

En relación con la escala de fatiga, se encontró que el 58.3% de la población con EM tiene puntajes por encima de la media mundial de fatiga destinada para EM (la cual es 4.8). Todas estas pruebas se correlacionaron con los años de diagnóstico que tienen los pacientes y se obtuvieron R de Pearson de entre 0 y 1 para todos, lo cual muestra una correlación positiva; por su parte, para los dominios de la **calidad de vida** (CV, salud general, salud física, salud psicológica, relaciones sociales y ambiente) se obtuvieron R de Pearson de entre -1 y 0, que muestra una correlación negativa (tabla 1.1). Ninguna de las correlaciones obtenidas fue estadísticamente significativa.

COMPONENTE	R DE PEARSON
Calidad de vida	-0.250
Salud	-0.238
Salud física	-0.179
Salud Psicológica	-0.191
Relaciones sociales	-0.242
Ambiente	-0.291

Tabla 1.1. Concentrado de correlaciones por R de Pearson entre el tiempo en años de diagnóstico con EM y la calidad de vida con sus componentes.

Se muestra una relación entre el tiempo de diagnóstico de la enfermedad y las repercusiones en el estado psicosocial de los pacientes con EM en el estado de Querétaro. Se encontraron patrones de depresión, ansiedad y disfunción familiar muy similares a otras poblaciones analizadas en Japón y Estados Unidos, principalmente (Gordan, 2013); en estas poblaciones, el índice de depresión y ansiedad está por debajo de 30 y 23.2%, respectivamente. Por otro lado, encontramos que la percepción sobre la calidad de vida y sus componentes no depende sólo del tiempo de diagnóstico y de la percepción del individuo respecto de su contexto sociocultural; también se encontró que, a menor tiempo de diagnóstico, la afección sociocultural de los pacientes con EM es peor, sobre todo en las primeras etapas de su enfermedad (<5 años de diagnóstico). Esto no tiene precedente.

Conclusión

La población con EM en el estado de Querétaro muestra índices de ansiedad y depresión iguales o mayores a otras poblaciones mundiales. Es importante hacer hincapié en que los instrumentos utilizados en el presente trabajo son de tamizaje. Es necesario realizar una evaluación por parte de un especialista en salud mental para poder realizar un diagnóstico adecuado. Tomando en cuenta que la percepción de la calidad de vida está comprometida en los primeros años, es de gran importancia integrar programas de apoyo que ayuden a mejorar las condiciones de estos pacientes desde los primeros meses o años de su enfermedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado a Ana Laura Hernández Ledesma, estudiante de la maestría en Ciencias en Neurometabolismo en la UAQ, a través de la beca 586155. Asimismo, agradecen al Fondo de Proyectos Especiales de Rectoría (FOPER) por la beca brindada a Victoria Garrido Sicilia.

Referencias bibliográficas

- Farran N, Ammar D y Darwish H (2016). Quality of life and coping strategies in Lebanese multiple sclerosis patients: a pilot study. *Mult. Scler. Relat. Disord.* 6, 21-27.
- Goodin DS (2014). The epidemiology of multiple sclerosis: insights to disease pathogenesis. *Handb. Clin. Neurol.* 122, 231-266.
- Gordan B (2013). Relationships between MS and autoperspective in life. *Nat Rev Neurol*, 3-12.
- Miljković D y Spasojević I (2013). Multiple sclerosis: molecular mechanisms and therapeutic opportunities. *Antioxid. Redox Signal.* 19, 2286-2334.
- Multiple Sclerosis International Federation (2016). Who gets MS? Disponible en: <https://www.msif.org/research/epidemiology-of-ms/>
- Olascoaga J (2010). Quality of life and multiple sclerosis. *Rev. Neurol.* 51, 279-288.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2017

Técnicas de micropropagación para plantas carnívoras del género *Nepenthes*

Dalia María Guerrero Salinas^{1a}
Mario Emmanuel Ruíz Gómez
Andrés Cruz Hernández^{1,2}

Resumen

En este estudio, se plantean tres etapas del diseño experimental para la micropropagación de plantas carnívoras: 1) germinación de semillas; 2) inducción de brotes a partir de tejido (hojas y tallos); 3) inducción de callos. Se utilizaron semillas y tejido de plantas carnívoras del género *Nepenthes*. Para la primera etapa, se realizaron diferentes tratamientos de desinfección modulando las concentraciones de hipoclorito de sodio (10%, 20% y 30%) y el tiempo de lavado (10', 20' y 30'). El mejor porcentaje de germinación (85% de brotes) se obtuvo con el tratamiento 20%/30'; la primera germinación se dio en el día 13. De manera simultánea, se realizó la germinación *in vivo* de 20 semillas para comparar el tiempo de germinación; se observó la primera germinación en el día 31. En la segunda etapa, se obtuvo tejido (tallo y hoja) de dos especies diferentes de *Nepenthes* para su inoculación en medio de cultivo con diferentes concentraciones de Cinetina (1 mg/l, 2 mg/l y 4 mg/l). En la tercera etapa, se obtuvo tejido (hojas) de plántulas de *Nepenthes* para la inducción de callos. El medio de cultivo se formuló con los reguladores de crecimiento BAP (1 mg/l) y ANA (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.15 mg/l).

Antecedentes

Las plantas carnívoras son plantas especialmente adaptadas para capturar y digerir insectos —y otros animales—, a fin de obtener nutrientes que se encuentran en muy bajas concentraciones en los suelos de su hábitat (Alcalá y Domínguez, 1997); invierten en realizar estructuras en sus hojas, las cuales sirven como trampas o anzuelos para atraer a sus presas. Las distintas estructuras y trampas que han desarrollado a través del tiempo han dado lugar a 600 especies alrededor del mundo, distribuidas en 14 géneros; las *Nepenthes* son uno de ellos.

Las *Nepenthes* —o “plantas jarro”— son nativas del sureste de Asia. Tienen pequeñas semillas (1-2 cm de largo) y se sabe que tienen una baja tasa de germinación; su crecimiento es lento y, por lo tanto, también lo es su propagación (Sani *et al.*, 2000). Por ello, se ha optado por la micropropagación *in vitro*, a través del cultivo de tejido y el enraizamiento de esquejes, pero aún no ha habido reportes importantes de éxito total.

En 1994, Latha y Seeni indicaron un éxito bajo con *N. khasiana*. Por su parte, Normah *et al.* intentaron con esquejes de *N. gracilis* y enfrentaron severos problemas de contaminación por hongos y bacterias. Más adelante, en 2009, Nongrum *et al.* obtuvieron un porcentaje de germinación del 70% con *N. khasiana* utilizando un medio Murashige y Skoog a $\frac{1}{4}$ de su concentración.

Descripción del problema

Debido a la falta de regulación legal, las plantas carnívoras —en especial del género *Nepenthes*— han sido extraídas de su hábitat natural y comercializadas ilegalmente, desde Asia hacia todo el mundo. No existen reportes para su reproducción *in vitro*.

Justificación del proyecto

Las plantas carnívoras han tenido un gran impacto en la sociedad, principalmente como plantas ornamentales de gran valor (Lecoufle, 2007); esto ha provocado una depredación y comercialización ilegal de distintas especies a lo largo y ancho del mundo, lo cual afecta la existencia y conservación de especies endémicas. La micropropagación *in vitro* surge como una alternativa para la conservación de especies, tanto para su propagación masiva como para su comercialización legal.

¹Laboratorio de Mutagénesis Ambiental, Centro de Estudios Académicos sobre Contaminación Ambiental (CEACA)

²Escuela de Agronomía, Universidad de Lasalle, Bajío

^{1a}Contacto: dalimarigs@hotmail.com

Hipótesis

Es posible desarrollar un método de micropropagación *in vitro* de plantas carnívoras del género *Nepenthes*, para contribuir en la conservación de las especies endémicas y en peligro de extinción.

Objetivo

Desarrollar diferentes técnicas de micropropagación para plantas carnívoras, a fin de implementar un protocolo.

Metodología

Etapa 1. Germinación *in vitro* e *in vivo*

Se utilizaron semillas frescas de *Nepenthes rafflesiana x veitchii*, importadas de Indonesia. Para la germinación *in vitro*, se cultivaron semillas en medio Murashige y Skoog a $\frac{1}{4}$ de su concentración (Sacarosa: 30 g/l; BAP: 0.5 mg/l; Phytigel: 2.5 g/l; MS: 4.4 g/l; Cinetina: 1.5 mg/l). Se ajustó el pH del medio a 5.8 y se vertió en frascos de vidrio para su esterilización. Se diseñaron nueve tratamientos de desinfección, mostrados en la tabla 1.

10% (v/v) NaClO	20% (v/v) NaClO	30% (v/v) NaClO
10 min	10 min	10 min
20 min	20 min	20 min
30 min	30 min	30 min

Tabla 1. Tratamientos de descontaminación de semillas de *Nepenthes*

Se sumergieron semillas en etanol absoluto durante 10 minutos, se enjuagaron en agua estéril, se desinfectaron en soluciones al 10%, 20% o 30% de hipoclorito de sodio/agua, se enjuagaron tres veces con agua estéril y se inocularon de 6 a 8 semillas por frasco. El experimento se realizó por triplicado; las semillas fueron colocadas en una cámara con una temperatura estable de 25° C, con un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Para la germinación *in vivo*, se colocaron las semillas en *sphagnum*, deshidratado con perlita (50:50), en un terrario con una temperatura estable de 20-25° C, humedad relativa de 80% y un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Cada experimento se realizó por triplicado.

Etapa 2. Inducción de brotes a partir de tallo y hoja

Se seleccionaron tallos, hojas y ápice de *Nepenthes Rebecca*, y se cultivaron en medio de cultivo con $\frac{1}{2}$ de la concentración del medio Murashige y Skoog (Sacarosa: 30 g/l; ácido cítrico: 50 mg/l, Phytigel: 2.5 g/l; MS: 4.4 g/l); asimismo, se realizó una matriz añadiendo diferentes concentraciones de cinetina (1 mg/l, 2 mg/l y 4 mg/l). El medio se vertió en frascos de vidrio para su esterilización.

El tejido se clasificó en tallos, hojas y ápices. Los tallos se cortaron en segmentos de 1 cm, mientras que las hojas se cortaron en cuadros después de retirar el sistema vascular. Se desinfectó el tejido lavando con detergente en agitación vigorosa, se enjuagó con agua estéril, seguido de exposición de hipoclorito de sodio al 30%/agua durante 30 minutos, y se enjuagó tres veces con agua estéril. El tejido se traspasó al medio de cultivo, para lo cual se colocaron 5 segmentos de tallo por frasco, 10 de hoja por frasco y un ápice por frasco. Los frascos se colocaron en una incubadora a 25° C con un fotoperiodo de 12 horas de luz. Cada experimento se realizó por triplicado.

Etapa 3. Inducción de callos a partir de hojas

Se utilizó tejido (hojas) de plántulas de *Nepenthes viking x ampullaria*. Se formuló un medio de cultivo utilizando el medio Murashige y Skoog a $\frac{1}{2}$ de su concentración (Sacarosa: 30 g/l; Phytigel: 2.5 g/l; MS: 4.4 g/l) y se utilizaron los reguladores de crecimiento BAP (1 mg/l) y ANA (0.05 mg/l, 0.1 mg/l, 0.15 mg/l). El medio se vertió en frascos para su esterilización.

El tejido se cortó en pequeños cuadros después de retirar el sistema vascular de la hoja y se descontaminó conforme a lo descrito. Se colocaron seis segmentos por frasco. Los frascos se almacenaron en oscuridad total. Cada experimento se realizó por triplicado.

Resultados y discusión

Etapa 1. Germinación de semillas

La germinación de las semillas se monitoreó a partir del día en que se realizó la transferencia al medio, que fue el día 1, hasta la fecha. El primer brote surgió al día 13, en el tratamiento de hipoclorito de sodio/agua al 20% durante 20 minutos.

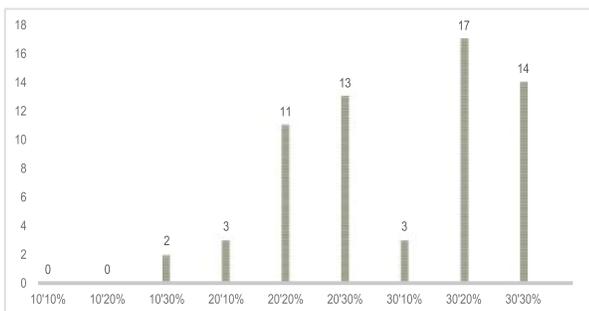


Figura 1. Semilla germinada del tratamiento 20%-20' (Dalia Guerrero).

Enjuagar las semillas con agentes humectantes o detergentes antes de tratarlas con NaOCl no mejora la efectividad, pero enjuagar con etanol es efectivo, debido a que reduce la contaminación superficial (Sauer y Burroughs, 1986). Al realizar el lavado con las distintas soluciones de NaOCl/H₂O, las semillas comenzaron a decolorarse y a debilitar el recubrimiento más superficial del endospermo.

Tratamiento	10'-10%	10'-20%	10'-30%	20'-10%	20'-20%	20'-30%	30'-10%	30'-20%	30'-30%
Semillas por tratamiento	21	21	20	21	21	21	19	20	22
Total de germinaciones	0	0	2	3	11	13	3	17	12
% de germinación	0	0	10	14.28	52.38	61.90	15.78	85	63.63

Tabla 2. Registro de germinaciones por tratamiento de descontaminación



Gráfica 1. Registro de germinaciones por tratamiento de descontaminación

En la tabla 2 y en la gráfica 1, se muestran las germinaciones al día 42, de acuerdo con cada tratamiento aplicado; el tratamiento 30'-20% fue el más efectivo al haber obtenido un porcentaje de germinación de 85%, seguido del tratamiento 30'-30%



Figura 2. Semilla germinada *in vivo* (Mario Ruiz).

y 20'-30%, con 63.63 y 61.90% de germinaciones, respectivamente. Esto sugiere que la concentración de hipoclorito de sodio aumenta el desgaste de la semilla y, por lo tanto, la disponibilidad del embrión para su desarrollo en el medio de cultivo. Por otra parte, la germinación *in vivo* comenzó a partir del día 30. Al día 42, se observaron 2 brotes únicamente, como se muestra en la figura 2.

Etapa 2. Inducción de brotes

En la segunda etapa, se evaluó la efectividad de la descontaminación obtenida por frasco de medio con tejido cultivado. En el cultivo de *N. Rebecca* (figura 3), se obtuvieron 18 frascos, de los cuales dos se contaminaron.

Etapa 3. Inducción de callos

En esta etapa, se obtuvieron 9 frascos y, al evaluar la efectividad del método de descontaminación, todos mostraron contaminación. Esto indica que aún no se tiene asepsia total en el tejido utilizado, pues presenta bacterias y hongos creciendo en el medio de cultivo.

Conclusiones

Se logró desarrollar una técnica de descontaminación eficaz para la etapa de germinación. La germinación de las semillas se ve acelerada por el desgaste de la capa que recubre al embrión durante la descontaminación, lo que provoca su desarrollo en un menor tiempo (13 días *in vitro* vs. 30 días *in vivo*). Por otra parte, la descontaminación para el tejido no logró ser eficaz, pues 11 de 27 frascos presentaron contaminación. Se

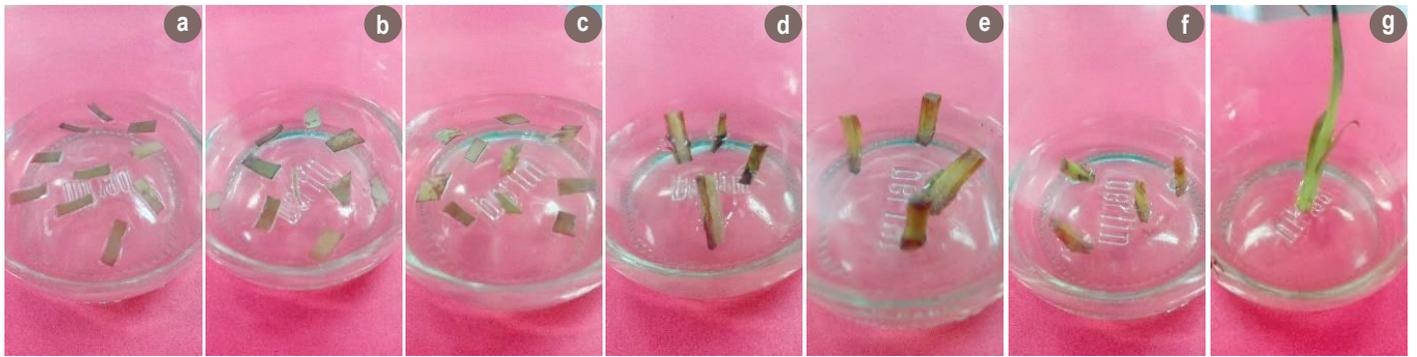


Figura 3. Serie de fotografías de los frascos obtenidos en la etapa 2, donde: a-c: cultivo de hoja; d-f: cultivo de tallo, y g: cultivo de ápice de *N. Rebecca* (Mario Ruiz).

creo que se debe aumentar la concentración y el tiempo de exposición con el agente descontaminante, así como agregar un paso a la metodología con un coctel de antibióticos para eliminar bacterias.

Referencias bibliográficas

- Alcalá RE y Domínguez C (1997). Biología de las plantas carnívoras: aspectos ecológicos y evolutivos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 22 de febrero 2016. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260437774_Biologia_de_las_plantas_carnivoras_aspectos_ecologicos_y_evolutivos
- Lecoufle M (2007). *Plantas carnívoras: clasificación, origen, cultivo y plagas*. España: Ediciones Omega.
- Latha PG y Seeni S (1994). Multiplication of the endangered indian pitcher plant (*Nepenthes khasiana*) through enhanced auxillary branching in vitro. *Plant Cell, Tissue & Organ Culture*, 38:69-71.
- Nongrum I, Kumaria S y Tandon P (2009). Multiplication through in vitro seed germination and pitcher development in *Nepenthes khasiana* Hook. f., a unique insectivorous plant of India. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84. DOI:10.1080/14620316.2009.11512526.
- Normah SH, Zakri AH y Normah MN (1994). Response of different explants on the *in vitro* establishment of *Nepenthes gracilis*. *Proc 6th Intl. Biotech. Sem*, 17-18 de nov. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia, 16-18.
- Payus C, Ying TS y Kui WN (2016). Effect of heavy metal contamination on the DNA mutation on nepenthes plant from abandoned mine. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 10:193-204.
- Sani BH, Meekiong K, Lee WW y Dayang Awa AL (2000). Vegetative propagation of selected nepenthes species. *Borneo Science*, 7:1-9.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Querétaro por la beca proporcionada en el Verano de la Ciencia UAQ 2017.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Métodos alternativos para el desarrollo de medios de cultivo empleados para el aislamiento y la mantención de microorganismos

Yara Suhan Juárez Campusano,* Juan Ramiro Pacheco Aguilar, Rocío Aurora Sandoval Chávez, Rocío Crystabel López González, Ramón Álar Martínez Peniche, María del Socorro Chávaro Ortiz

Resumen

El cultivo *in vitro* de microorganismos ha sido esencial para corroborar presupuestos en microbiología; sin embargo, no se han logrado emular las condiciones para el aislamiento ni el crecimiento de los microorganismos existentes en más del 10%. Una alternativa es el empleo de tejidos vegetales como base para la preparación de medios; no obstante, es necesario eliminar la microbiota presente en ellos y evitar la degradación de los compuestos esenciales para el crecimiento de los microorganismos. En el presente trabajo se evaluó la tindalización para desarrollar medios de cultivo con extractos vegetales. Se emplearon frutos de pimiento y de manzana, a los cuales se les extrajo jugo para someterlos a tratamientos de tindalización. Se evaluó el efecto de la tindalización sobre la sobrevivencia de la microbiota natural presente y se analizaron propiedades físicas y químicas de los extractos. Se observó nulo crecimiento de microorganismos en los extractos tindalizados, mientras que gran parte de las características físicas y químicas resultaron comparables a las de los extractos sin tindalización. El método aquí propuesto resultó útil para la obtención de extractos estériles con una composición similar a

extractos sin tratamiento, con potencial para su uso en el aislamiento y la mantención de microorganismos.

Antecedentes

El estudio de los microorganismos ha permitido al hombre el desarrollo de herramientas biotecnológicas para su empleo en actividades como la fitosanidad en la producción agrícola y en el cuidado de los ecosistemas (Prakash *et al.*, 2013). La genómica ha hecho manifiesta la diversidad y la complejidad de los microecosistemas (Medini *et al.*, 2008); empero, esta herramienta no ha sido suficiente para estudiar el metabolismo o la fisiología de grupos microbianos específicos (Pham y Kim, 2012).

Actualmente, los métodos dependientes de cultivo siguen siendo la única alternativa para corroborar los descubrimientos obtenidos mediante las técnicas moleculares (Prior *et al.*, 2014; Nichols, 2007); sin embargo, tienen limitaciones, pues no emulan las condiciones del hábitat natural de los microorganismos (Pham y Kim, 2012). Una alternativa es emplear tejidos vegetales en los cuales se elimine la microbiota presente y, al mismo tiempo, se evite la degradación de los nutrientes. La tindalización es un tratamiento térmico (Collins *et al.*, 2004) que ha sido ampliamente estudiado en el área de la tecnología de alimentos para la esterilización de jugos de frutas; ha resultado eficaz en la eliminación de microorganismos de interés sanitario, sin afectar considerablemente la calidad física ni química (Guerrouj *et al.*, 2016; Aadil *et al.*, 2015).

Descripción del problema

Es importante profundizar en el estudio de métodos de cultivo de microorganismos; en el caso de fitopatógenos, el uso de extractos vegetales nos acerca a emular las condiciones donde los microorganismos se desarrollan naturalmente.

Justificación del proyecto

La implementación de técnicas de esterilización alternativas a la esterilización por calor y presión en autoclave, que sean capaces de mantener las propiedades de los tejidos y, a su vez, de eliminar la microbiota presente, permitirá mejorar las condiciones de cultivo de los microorganismos.

Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro

* Contacto: juca.suhan@gmail.com

Hipótesis

La tindalización permite eliminar la carga microbiana de los extractos vegetales sin cambiar sus propiedades físicas ni químicas, lo que posibilitará la obtención de medios de cultivo para el crecimiento y la manutención de microorganismos de interés comercial.

Objetivo

Evaluar la tindalización de extractos vegetales para la obtención de medios de cultivo para la manutención y recuperación de microorganismos fitopatógenos.

Metodología

Se emplearon manzanas (*Malus domestica* B.) 'Golden Delicious' y pimienta morrón (*Capsicum annum* var. *annuum*) 'California'. Los frutos fueron lavados secuencialmente (etanol: 96 %, 10 minutos; NaOCl: 0.5%, 1 minuto; etanol: 70%, 1 minuto) para disminuir la carga microbiana presente en su superficie (Prior *et al.*, 2014). Después, se extrajo el jugo empleando un extractor casero previamente lavado con etanol (70%) (Abid *et al.*, 2014). El jugo obtenido fue repartido en tubos estériles de 10 ml y se inoculó una carga microbiana conocida (1×10^3 UFC o esporas/ml) de *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, así como de los hongos *Penicillium expansum* (manzana) y *Fusarium stilboides* (pimiento). Se realizaron cinco repeticiones para cada fruto; se incluyeron dos controles positivos (jugo solo y jugo inoculado, dos repeticiones) y dos controles negativos (jugo solo y jugo inoculado esterilizados en autoclave, dos repeticiones).

La tindalización se ejecutó según el protocolo descrito por Kim *et al.* (2012), (80° C, 10 minutos; 30° C, 30 minutos; 95° C, 5 minutos). Posteriormente, se inocularon, por extensión en placa, 100 µL de cada tubo por triplicado en PCA (Agar: 15 g/l; caseína: 5 g/l; extracto de levadura: 2.5 g/l; glucosa: 1 g/l) y se mantuvieron en incubación durante 30 días (30 ± 1 °C), al término de los cuales se examinó la presencia o ausencia de crecimiento de microorganismos. Para los análisis físicos y químicos de los jugos, se emplearon cinco matraces con 50 ml de jugo sin tratamiento (J), cinco con jugo esterilizado en autoclave (JE) y cinco con jugo tindalizado (JT).

Se evaluaron características cromáticas, índice de claridad, índice de oscurecimiento no enzimático, potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), sólidos solubles totales (SST) y acidez total titulable (ATT) (Guerrouj *et al.*, 2016; Aadil *et al.*, 2015). Finalmente, se prepararon medios con extractos tindalizados y se evaluó el crecimiento de los hongos anteriormente mencionados, así como la cantidad y la viabilidad de esporas producidas, por quintuplicado (Prior *et al.*, 2014). Los datos se sometieron al análisis de varianza de Fisher ($p \leq 0.05$) y pruebas de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en el programa estadístico "R".

Resultados y discusión

Los estudios microbiológicos en cajas mostraron que los jugos tratados por el método de tindalización no presentan crecimiento alguno de microorganismos después del periodo de incubación, lo que indica que este método es viable para la esterilización. Los resultados son consistentes con lo reportado por Kim *et al.* (2012), quienes con este tratamiento redujeron las poblaciones de esporas de *Bacillus cereus*, una bacteria termorresistente en una bebida de arroz.

Respecto de los análisis físicos y químicos, los valores de pH se mantienen estadísticamente iguales en todos los tratamientos, tanto para pimienta (6.1, 6.0 y 6.1 para J, JE y JT, respectivamente) como para manzana (3.8, 3.8 y 3.9 para J, JE y JT, respectivamente); la misma respuesta se observa con los niveles de CE (40 µS para todos los tratamientos). Respecto de SST, sólo hay cambios en los jugos esterilizados (4.66° Bx para J y 4.54° Bx para JT vs. 4.71° Bx para JE en pimienta, 12.20° Bx para J y 12.22° Bx para JT vs. 12.82° Bx para JE en manzana).

La ATT de los extractos de pimienta se mantiene igual en J y JT (0.26 y 0.24 g/l de ácido cítrico, respectivamente), no así en los extractos de manzana, donde la acidez es mayor en J (4.2 g/l de ácido málico) que en JT y JE (3.7 y 3.8 g/l, respectivamente). El oscurecimiento no enzimático se mantiene igual en J y JE para manzana (0.52 vs. 0.47, respectivamente), pero se incrementa con la tindalización (0.69) y la intensidad colorante se ve afectada por ambos tratamientos térmicos (1.30, 0.46 y 0.13 para J, JE y JT, respectivamente).

El ensayo de crecimiento de *F. stilboides* y *P. expansum* en medios de cultivo preparados con los extractos tindalizados concluyó a los cinco días, cuando los hongos invadieron las cajas en los tratamientos JE y JT. Se observó un rápido desarrollo de los microorganismos, generalmente con altas concentraciones de esporas (10^7 esporas/ml), a diferencia de los hongos, que crecieron en sólo agar y agar papa dextrosa (PDA) (10^6 esporas/ml). Finalmente, se evaluó la viabilidad de las esporas y se encontraron diferencias entre uno y dos logaritmos (10^4 - 10^5 esporas viables/ml en agar y PDA vs. de 10^6 en JE y JT).

Las características macroscópicas particulares del desarrollo de los hongos en jugos tindalizados podrían estar asociadas a la manutención de su capacidad de infección; cabría evaluar la patogenicidad y virulencia en posteriores ensayos. Igualmente, será necesario determinar el aprovechamiento de la metodología aquí reportada para la recuperación de mayores proporciones de la microbiota asociada a frutos y hortalizas de las que suelen obtenerse en medios sintéticos comerciales (Prior *et al.*, 2014), o bien, en estudios de control biológico, en los que rara vez se obtiene una correlación significativa entre los ensayos llevados a cabo *in vitro* e *in vivo* (Prakash *et al.*, 2013).

Conclusiones

La utilización de medios de cultivo producidos con base en tejidos vegetales tindalizados favorece el crecimiento y desarrollo de microorganismos de interés agrícola, tales como *Penicillium expansum* y *Fusarium stilboides*, así como una mayor producción de esporas viables con respecto de los medios sintéticos comerciales. Asimismo, a diferencia de la esterilización por autoclave, la tindalización permite que la mayoría de las características físicas y químicas más importantes se mantengan similares a las de los jugos frescos. Es pertinente destinar esfuerzos al estudio de otras aplicaciones de estos medios.

Referencias bibliográficas

- Aadil RM, Zeng XA, Sun DW, Wang MS, Liu ZW y Zhang ZH (2015). Combined effects of sonication and pulsed electric field on selected quality parameters of grapefruit juice. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 890-893.
- Abid M, Jabbar S, Wu T, Hashim MM, Hu B, Lei S y Zeng X (2014). Sonication enhances polyphenolic compounds, sugars, carotenoids and mineral elements of apple juice. *Ultrasonics sonochemistry*, 21(1), 93-97.
- Collins C, Grange J, Lyne P y Falkinham III J (2004). *Collins and Lyne's microbiological methods*, 8ª ed. Reino Unido: Publisher Taylor and Francis, 480 pp.
- Guerrouj K, Sánchez-Rubio M, Taboada-Rodríguez A, Cava-Roda RM y Marín-Iniesta F (2016). Sonication at mild temperatures enhances bioactive compounds and microbiological quality of orange juice. *Food and Bioproducts Processing*, 99, 20-28.
- Kim H, Bang J, Kim Y, Beuchat LR y Ryu JH (2012). Reduction of *Bacillus cereus* spores in sikhye, a traditional Korean rice beverage, by modified tyndallization processes with and without carbon dioxide injection. *Letters in Applied Microbiology*, 55(3), 218-223.
- Medini D, Serruto D, Parkhill J, Relman DA, Donati C, Moxon R, Falkow S y Rappuoli R (2008). Microbiology in the post-genomic era. *Nature Reviews Microbiology*, 6(6), 419-430.
- Nichols D (2007). Cultivation gives context to the microbial ecologist. *FEMS Microbiology Ecology*, 60(3), 351-357.
- Pham VH y Kim J (2012). Cultivation of unculturable soil bacteria. *Trends in Biotechnology*, 30(9), 475-484.
- Prakash O, Shouche Y, Jangid K y Kostka JE (2013). Microbial cultivation and the role of microbial resource centers in the omics era. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97(1), 51-62.
- Prior R, Görges K, Yurkov A, Begerow D (2014). New isolation method for endophytes based on enzyme digestion. *Mycological Progress*, 13(3), 849-856.

Agradecemos al Fondo de Proyectos Especiales de Rectoría (FOPER) de la Universidad Autónoma de Querétaro, por el financiamiento otorgado.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2017

El trabajo colaborativo en estudiantes universitarios y el uso de plataformas digitales

Mariana Mitre Cervantes
Asesora: Miriam Herrera Aguilar

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
marianamitrec@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es identificar qué plataformas digitales utilizan los estudiantes universitarios en la ciudad de Querétaro y qué uso hacen de ellas en el proceso del trabajo colaborativo académico. La metodología es cualitativa y comparativa para dos universidades y dos licenciaturas. Los resultados dan cuenta de que los universitarios prefieren usar ciertas plataformas digitales de comunicación, almacenamiento y edición por la facilidad de uso, el acceso gratuito y la inmediatez de la información, así como por el carácter obligatorio de las instituciones. El proceso de trabajo de la universidad pública se acerca más al ideal pedagógico, en comparación con la universidad privada, mientras que los estudiantes de Psicología siguen un proceso más complejo que los de Arquitectura. A pesar de reconocer la importancia de saber trabajar en equipo, la mayoría de las veces los estudiantes no siguen un proceso guiado, lo que conduce a una falta de cooperación y coordinación ideales en la tarea.

Antecedentes

En el contexto latinoamericano, varios estudios concluyen que el uso de las nuevas tecnologías constituye una herramienta favorable en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) en el trabajo colaborativo facilita la comunicación e interacción entre los miembros de los equipos, promueve la creatividad, la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, y facilita el consenso y la toma de decisiones en conjunto, además de que permite una construcción y reflexión de diferentes puntos de vista (Del Valle y López, 2005; Martínez de la Cruz, 2015), lo que Piaget (1998) llama *coordinación de perspectivas*.

Los estudios sobre el tema consideran que las TIC no sólo representan una serie de habilidades que auxilian al estudiante en el entorno escolar, sino que también lo habilitan en competencias para la vida profesional. Así, actualmente resulta indispensable la incorporación de las herramientas tecnológicas en el modelo educativo y en las prácticas académicas (Badia y García, 2006; Salinas, 2004).

El tema tiene especial relevancia en un ámbito que va de lo educativo a lo social, pues aprender a trabajar colaborativamente representa un paso fundamental en el desarrollo del ser humano: “La cooperación es el instrumento necesario para la formación del pensamiento racional” (Piaget, 1998, p. 144). Es socialmente necesario promover el trabajo colaborativo, pues “sólo una pedagogía fundada en las relaciones sociales (...) permitirá desarrollar actitudes morales internacionales sanas y hará que [los alumnos] nos superen” (Piaget, 1998, p. 115).

Descripción del problema

Actualmente, es común apoyarse en las plataformas digitales (herramientas, aplicaciones, páginas web, programas informáticos que funcionan a través de internet o de un dispositivo electrónico) para realizar trabajos colaborativos. Entendemos el trabajo colaborativo como una tarea en conjunto con un grupo de personas con objetivos comunes, el cual busca la “construcción colectiva de nuevos significados” (Martínez de la Cruz, 2015, p. 23).

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
marianamitrec@gmail.com

En este sentido, se plantean las siguientes preguntas: *¿Cómo se concreta el trabajo colaborativo académico y qué relación tiene con las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación? ¿Varía la forma de trabajar en equipo de acuerdo con la naturaleza del campo de estudio? ¿Es diferente la manera de trabajar en equipo según cada universidad y cada etapa de la formación universitaria?* Con este trabajo, se tratará de darles respuesta.

Justificación del proyecto

En el entorno universitario, el trabajo en equipo es tomado en cuenta como eje fundamental del aprendizaje basado en el constructivismo. En este sentido, las plataformas digitales pueden funcionar como herramientas para favorecer el intercambio de información entre docentes y estudiantes, así como entre los propios estudiantes, y concretar el trabajo colaborativo.

En este contexto, la investigación es pertinente para el campo de las tecnologías de la información y de la comunicación; asimismo, puede ayudar a comprender los usos de las plataformas digitales en el trabajo colaborativo de estudiantes y docentes universitarios. Los mismos resultados pueden permitir, en un segundo momento, elaborar una propuesta de mejora de uso de las TIC cuyo objetivo sea optimizar el trabajo colaborativo entre los actores del quehacer universitario.

Hipótesis

Se plantean las siguientes hipótesis: en primer lugar, los universitarios utilizan plataformas como Facebook, Google Drive y el correo electrónico para comunicarse al momento de realizar trabajos en equipo; en segunda instancia, los factores que los llevan a preferir estas plataformas tienen que ver con el pragmatismo, la inmediatez y la facilidad de comunicación, pues constituyen un sustituto del trabajo colaborativo cara a cara. El proceso de trabajo en equipo se reduce a dividir las partes entre los miembros de un equipo y a final condensarlas.

Objetivos

El objetivo principal de esta investigación es identificar cómo los estudiantes de universidades públicas y privadas utilizan las plataformas digitales en

el trabajo colaborativo académico. Entre los objetivos particulares, se busca identificar qué plataformas digitales utilizan para trabajar de manera colaborativa y definir los factores prácticos, académicos y sociodemográficos por los cuales prefieren ciertas plataformas digitales, así como describir el proceso del trabajo colaborativo académico y cómo intervienen las plataformas digitales.

Metodología

La metodología utilizada para este trabajo está basada en una perspectiva cualitativa, pues permite “comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto” (Hernández Sampieri, 1998, p. 364). Dentro de este enfoque, lo primordial es saber cómo se genera un proceso (Orozco y González, 2012), que en este caso se trata del trabajo colaborativo universitario.

Esta investigación es de carácter comparativo; busca interpretar y encontrar “lo distintivo” en las categorías analizadas. Para ello, la muestra de esta investigación considera en total ocho grupos en dos universidades: la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y la Universidad del Valle de México, campus Querétaro (UVM). Dentro de cada una, se estudian dos licenciaturas, una de ciencias exactas (Arquitectura) y otra del campo de las humanidades (Psicología). Se tomaron dos grupos por licenciatura, uno de los primeros semestres y otro de los últimos.

Para la recolección de datos se utilizan dos técnicas: los grupos de discusión y la aplicación de un cuestionario de preguntas abiertas; por medio de ambas, se discute el tema del trabajo colaborativo a lo largo de la formación universitaria. Los estudiantes, de esta forma, reflexionan en torno a su propia experiencia y debaten entre ellos cómo se lleva a cabo el proceso.

Resultados y discusión

Los universitarios utilizan varias plataformas digitales al momento de trabajar en equipo; prefieren las de comunicación y almacenamiento, seguidas de las herramientas de edición. Usan, además, gestores de aprendizaje y programas especializados de forma obligatoria en sus prácticas académicas. Por otra parte, los factores por los cuales prefieren ciertas plataformas

digitales son la facilidad de uso, el acceso gratuito y la inmediatez de la información, así como el carácter obligatorio por parte de las instituciones y los docentes.

La forma de trabajar en equipo varía de acuerdo con la universidad, así como el campo de estudios. El proceso, en ambos casos, está siempre auxiliado por el uso de TIC, aunque el caso de los estudiantes de la UAQ se acerca más al ideal del trabajo colaborativo, en comparación con los participantes de la UVM. Son los estudiantes de Psicología quienes reconocen seguir un proceso más complejo que los de Arquitectura, aunque no existe una diferencia significativa entre los estudiantes de primeros semestres y de los últimos.

En general, el proceso de trabajo colaborativo es el siguiente: los estudiantes acuerdan al principio la repartición de tareas individuales o partes de un proyecto; luego, cada miembro trabaja en su parte y, posteriormente, reúnen todo. Son menos los participantes que, además, incluyen una etapa de revisión conjunta o de retroalimentación al final del trabajo.

Conclusiones

A pesar de que los estudiantes reconocen la importancia y la necesidad de saber trabajar en equipo, tanto para las prácticas académicas como para el campo laboral, la mayoría de las veces no siguen un proceso estructurado o guiado por el docente, situación que conduce a una falta de cooperación y coordinación ideales en el trabajo en equipo. Es necesario plantear y proponer soluciones didácticas que permitan al docente guiar efectivamente a los estudiantes, tanto en el proceso de trabajo colaborativo como en el uso de las TIC frente a dicha tarea.

Referencias bibliográficas

- Badia A y García C (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(2), 1-13.
- Del Valle G y López MB (2005). Las TIC y el trabajo colaborativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el nivel universitario. Disponible en: <http://bit.ly/2f4a2OE> (consultado el 9 de junio de 2017)
- Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C y Baptista-Lucio P (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Martínez de la Cruz NL (2015). El trabajo en equipo como estrategia de aprendizaje en ambientes virtuales. En: Galindo L (coord.). *El aprendizaje colaborativo en ambientes virtuales*. México: Cenid, pp. 15-37.
- Orozco G y González R (2012). *Una coartada metodológica. Abordajes cualitativos en la investigación en comunicación, medios y audiencias*. México: Tintable.
- Piaget J (1998) *De la pedagogía*. Argentina: Paidós.
- Salinas J (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Universidad y sociedad del conocimiento*, 1 (1), 1-16.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 16 de noviembre de 2017

Evaluación de los estilos de crianza y los rasgos temperamentales de niños con trastorno oposicionista desafiante

Daniel Alejandro Pedraza Blancas*¹
Yuria Cruz Alaniz²
Thalía Harmony Baillet²

Resumen

Los niños con trastorno oposicionista desafiante (TOD) presentan problemas en sus relaciones sociales; aquellos que nacen con factores de riesgo de daño cerebral tienen mayor probabilidad de desarrollar este trastorno de la conducta. Nuestro estudio fue realizado en la ciudad de Querétaro durante los años 2016 y 2017. En la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo (UIN), UNAM, campus Juriquilla, asisten niños desde los dos meses de edad hasta los ocho años que presentan factores de riesgo peri y prenatales de daño cerebral. Padres y niños son expuestos a una serie de recomendaciones y evaluaciones durante este periodo; por lo tanto, se asume que cuentan con características únicas en su desarrollo. El objetivo es hacer un estudio descriptivo correlacional de los estilos de crianza y los rasgos temperamentales en los niños de la UIN que presentan TOD, con una muestra evaluada que consta de 101 niños de edad preescolar. Los padres contestaron tres cuestionarios: uno para evaluar sintomatología del TOD, otro para evaluar estilos de crianza y otro más para evaluar rasgos temperamentales de los niños. De acuerdo con la sintomatología del TOD, la muestra se dividió en dos grupos: el clínico y el control. Los resultados mostraron que en el grupo clínico hay correlación positiva entre los rasgos temperamentales

de frustración y miedo, y la sintomatología de TOD. Por otro lado, no se encontró correlación entre estilos de crianza y sintomatología. Los resultados se discuten de acuerdo con la población de niños con factores de riesgo peri y prenatales de daño cerebral.

Palabras clave: trastorno oposicionista desafiante, temperamento, estilos de crianza, factores de riesgo

Introducción

Las conductas desafiantes son parte del desarrollo del niño; sin embargo, cuando son excesivas, pueden derivar en un trastorno. Se estima que la prevalencia de TOD en la población infantil mundial es de 2 a 16% (Medina *et al.*, 2003); en México, es de 6.1%, aproximadamente (Caraveo-Anduaga, 2007)

Morales y cols. (2015) señalaron que los estilos de crianza en la población mexicana son un factor de riesgo en el desarrollo de TOD, ya que los padres de estos niños suelen utilizar castigos, dan recompensa material, escasamente establecen límites, tienden a evitar corregir conductas inapropiadas y le dan poco valor tanto a la obediencia como a la actividad académica (Morales, Félix, Rosas, Faribia y Nieto, 2015). De acuerdo con Moffit, Caspi, Harrington y Milne (2002), este trastorno de la conducta puede derivar posteriormente en un trastorno disocial.

El Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) define al trastorno oposicionista desafiante (TOD) como un patrón recurrente de conducta irritable, desafiante, de enfado y vengativo, dirigido hacia cualquier persona, en especial a las figuras de autoridad. Este patrón se presenta por un periodo de 6 meses o más.

Las etapas pre y perinatales son fundamentales en el desarrollo motor, cognitivo y psicosocial. Aproximadamente, cuatro de cada diez neonatos que han presentado antecedentes de riesgo neurológico pueden sufrir alguna lesión neurológica, así como problemas comportamentales (Castellanos, Chávez y Nava, 2010). Por lo tanto, es necesario considerar a aquellos niños que nacen con factores de riesgo de daño cerebral y su desarrollo de TOD.

Los estilos de crianza constituyen un factor fundamental en el desarrollo de las conductas de los

*¹ Estudiante de 4° semestre en la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de Querétaro

² Unidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola", Instituto de Neurobiología, UNAM

niños. Diana Baumrind (1996) define varios estilos de crianza; entre los más relevantes se encuentran: democrático, permisivo y autoritario. Se ha reportado que un estilo de crianza autoritario está relacionado con el desarrollo de TOD (Moffit *et al.*, 2008).

Otro aspecto a considerar son los rasgos temperamentales de miedo y frustración, ya que se han reportado como factores determinantes para el desarrollo de TOD (Putnam, Rothbart, 2006).

Justificación del proyecto

Los niños que son atendidos en la UIN presentan factores de riesgo en etapa peri y prenatal de daño cerebral. Esta población infantil tiene características únicas en su desarrollo, ya que son atendidos desde los dos meses de edad hasta los ocho años. En la UIN, se utiliza la técnica neurohabilitatoria Katona, que busca prevenir secuelas motoras y cognitivas.

Evaluar TOD, temperamento y los estilos de crianza en los niños de la UIN es importante para explorar el porcentaje de niños que presentan TOD, las características temperamentales que poseen y saber si el rol de los padres es un factor asociado en el desarrollo del trastorno. Esta evaluación servirá para poder diseñar métodos de intervención y terapias para padres e hijos, a fin de mejorar la calidad de vida de los niños.

Objetivos

Evaluar la relación entre estilos de crianza y rasgos temperamentales en niños con sintomatología de TOD que asisten a la UIN.

Materiales y método

La investigación fue llevada a cabo en la UIN, UNAM, con sede en Querétaro, Qro., durante los años 2016 y 2017. Se utilizó un diseño exploratorio, descriptivo, correlacional. La muestra evaluada fue de 101 niños (51 niños y 50 niñas) que asisten a la UIN, cuyas edades se encuentran entre 18 meses y 5 años ($M = 3.02$; $DS = 1.87$).

Cada uno de los cuidadores (*i.e.* padre y madre) contestó tres cuestionarios por separado. Para evaluar la sintomatología de TOD, se utilizó el Child Behavior Checklist (CBCL) 1½-5 años, en su versión latina

(Achenbach y Reesorla, 2001). Es un instrumento que evalúa las problemáticas emocionales y conductuales en los niños, para lo cual mide cinco escalas basadas en el DSM-5 (*i.e.* problemas afectivos, problemas de ansiedad, trastorno por déficit de atención e hiperactividad, espectro autista y trastorno oposicionista desafiante).

Se clasifican los resultados de acuerdo con tres cortes: normal, rango en riesgo, y clínico; este último con un percentil mayor a 64. Para evaluar estilos de crianza, se utilizó el Parental Authority Questionnaire (PAQ) (Buri, 1991), en su adaptación mexicana (Varela *et al.*, 2004), que evalúa los estilos de control parental propuestos por Diana Baumrind: democrático, autoritario y permisivo; en este estudio, sólo se utilizó el estilo de crianza autoritario. Para evaluar rasgos temperamentales de los niños de 18 a 36 meses, se utilizó el Early Childhood Behavior Questionnaire (ECBQ); para niños de 36 meses a 7 años, se utilizó el Children's Behavior Questionnaire (CBQ) (Rothbart, Ahadi, Hershey y Fisher, 2001). Los rasgos temperamentales seleccionados fueron frustración y miedo.

El análisis de datos se realizó a través de la plataforma IBM SPSS Statistics Base 22. La muestra se dividió en dos grupos: control y clínico. Aquellos niños por encima del rango clínico (*i.e.* percentil 64) formaron el grupo clínico; los que estuvieron por debajo del rango normal (*i.e.* percentil 44) conformaron el grupo control.

Resultados

Con base en un análisis descriptivo y de correlación de Pearson, los resultados indicaron que existe una diferencia significativa en el rasgo temperamental de frustración entre el grupo control y el grupo clínico (ver figura 1). En el caso de las correlaciones del grupo clínico, se muestra una correlación positiva entre TOD y frustración ($r=0.47$; $p<0.05$), y entre TOD y miedo ($r=0.48$; $p<0.05$) (ver tabla 1). Sin embargo, no se obtuvieron correlaciones significativas entre los estilos de crianza y la sintomatología de TOD (ver tabla 2). En el grupo control, se encontró una correlación significativa entre el estilo de crianza autoritario de la madre y del padre ($r=0.48$; $p<0.001$), lo cual no se observó en el grupo clínico ($r=0.34$; $p<.54$).

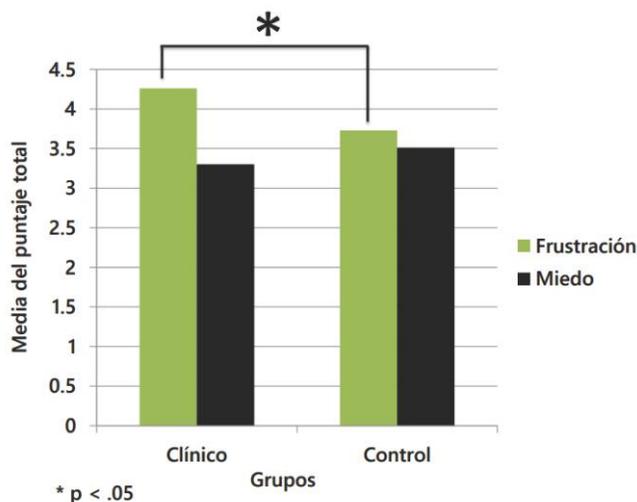


Figura 1. Media de los rasgos temperamentales de ambos grupos.

Variables	1	2	3	4	5
1. Frustración	1.00				
2. Miedo	0.73***	1.00			
3. Autoritarismo materno	0.33	0.19	1.00		
4. Autoritarismo paterno	0.42	0.50	0.34	1.00	
5. TOD	0.47*	0.48*	0.38	0.11	1.00

Nota. TOD: trastorno oposicionista desafiante.

* $p < 0.05$; *** $p < 0.001$

Tabla 1. Correlaciones Pearson del grupo clínico

Variables	1	2	3	4	5
1. Frustración	1.00				
2. Miedo	0.62***	1.00			
3. Autoritarismo materno	0.13	0.13	1.00		
4. Autoritarismo paterno	0.13	0.05	0.48***	1.00	
5. TOD	0.22	0.24	0.25	0.10	1.00

Nota. TOD: trastorno oposicionista desafiante.

*** $p < 0.001$

Tabla 2. Correlaciones Pearson del grupo control

Conclusiones

Los resultados corroboran la evidencia científica sobre los rasgos de temperamento como factor asociado con el desarrollo de TOD. Sin embargo, también indican que no existe correlación entre un estilo de crianza autoritario y la sintomatología de TOD, lo cual contradice la literatura revisada; asumimos que esto se debe a la orientación y recomendación que reciben los padres durante el primer año de vida de su hijo, periodo en el cual asisten diariamente a la UIN. Esto puede estar modificando los estilos de crianza.

Implicación

Conocer las características que tienen los niños que presentan sintomatología de TOD —y asisten a la UIN— tiene el propósito de abrir la posibilidad de identificar los factores que están asociados con el desarrollo de TOD, a fin de realizar intervenciones en niños con factores de riesgo de daño cerebral.

Agradecimiento

Este proyecto fue apoyado por la beca posdoctoral DGAPA-UNAM, así como por los proyectos CONACYT 16672, CONCYTEQ 218556 y PAPIIT IN200971. Agradecemos el apoyo de Anaisa Barajas Villa, Zeltzin Gabriela Mendoza Camacho, Carmen Florentina Chávez del Bosque, Sonia Siomara Lara Reyes y Aurora Marina Asprón Ramírez.

Referencias bibliográficas

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*, 5ª ed. EUA: autor.
- Baumrind D (1996). Effects of authoritative parental control on child behavior. *Child Development*, 37(4), 887-907.
- Castellanos K, Chávez J y Nava G (2010). Morbilidad neonatal en niños con factores de riesgo de daño neurológico. *Revista Mexicana de Pediatría*, 77(5), 189-193.
- Moffitt T, Caspi A, Harrington H y Milne B (2002). Males on the life-course-persistent and adolescence-limited antisocial pathways: follow-up at age 26 years. *Development and Psychopathology*, 14, 179-207.
- Morales S, Félix V, Rosas M, Faribia L y Nieto J (2015). Prácticas de crianza asociadas al comportamiento negativista desafiante y de agresión infantil. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 33(1), 57-76.
- Putnam S, Rothbart M (2006). Development of short and very short forms of the Children's Behavior Questionnaire. *Journal of Personality Assessment*, 87(1), 103-113.
- Rothbart MK, Ahadi SA, Hershey KL y Fisher P (2001). Investigations of temperament at 3-7 years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, 72, 1394-1408.
- Torio S, Peña J e Inda M (2008). Estilos de educación familiar. *Psicothema*, 20(1), 62-70.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 18 de noviembre de 2017

Educación emocional: evaluación de un programa de intervención en conductas disruptivas

Pamela López Betanzos

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar un programa de intervención en problemas de conducta dirigido a niños de 11 a 12 años, en una escuela primaria pública del estado de Querétaro; dicho programa estaba compuesto por 24 alumnos. Se busca hacer un trabajo preventivo de problemas emocionales, con la finalidad de favorecer el desarrollo de habilidades de autorregulación que permitan a los niños adaptarse a su entorno. Se espera que desarrollen habilidades para identificar y comprender sus emociones, así como para mejorar sus relaciones sociales. El programa se elabora a partir de la propia interpretación de la realidad, con base en la evaluación de necesidades de la población; se trata de un programa educativo porque se pretende que los niños adquieran habilidades para su autorregulación emocional; también es terapéutico porque su fin es remediar los efectos de un problema ya existente —en este caso, problemas de conducta—. Se realizó una evaluación inicial a través del test de frases incompletas de Sacks para niños, para conocer las relaciones y problemáticas de los evaluados en el área de la familia, de las relaciones interpersonales y del concepto de sí mismo; se encontró que la principal problemática fue en el área del concepto de sí mismo (actitudes hacia las propias habilidades, angustias y temores). Se realizó una segunda evaluación a través de TMMS-24 para evaluar el metaconocimiento de los estados emocionales y las destrezas con las que podemos ser conscientes de nuestras propias emociones, así como de nuestra capacidad para regularlas; se encontró que los niños tienen buena capacidad para regular sus emociones.

Universidad Autónoma de Querétaro
pamela.lbetanzos@gmail.com

Antecedentes y fundamentación teórica

Las emociones tienen un peso fundamental en la vida de los niños. Un 48% de los niños mexicanos que asisten a consulta terapéutica lo hace por problemas conductuales, entre los que encontramos inquietud, irritabilidad, nerviosismo, desobediencia, explosividad, conducta dependiente y ansiedad (Caraveo-Anduaga, 2002). De aquí surge la importancia de crear modelos de intervención emocional para los niños, con el fin de que puedan mejorar el manejo de sus emociones, de tal manera que su calidad de vida mejore.

Ambrona (2012), Garaigordobil (2004) y León-Rodríguez (2008) mencionan que los programas de intervención emocional buscan disminuir las conductas agresivas, mejorar la comprensión de las consecuencias de las emociones e incrementar las competencias emocionales de los niños. Las actividades de estos programas se basan en juegos que estimulan el reconocimiento de emociones, la comprensión emocional, el desarrollo de la personalidad, interacciones amistosas, expresión de las emociones a través de la palabra, mejora del autoconcepto y resolución de conflictos. Como resultado de su implementación, se tiene un incremento en el reconocimiento y la comprensión emocionales; esto se expresa en una mejora de las conductas asertivas, disminución de las conductas agresivas en situaciones sociales, desarrollo de la empatía e incremento en la expresión de sus sentimientos positivos y negativos.

Las emociones son experiencias que favorecen la actuación y el pensamiento de las personas; son fundamentales para una correcta adaptación al entorno (Ambrona *et al.*, 2012). Desde la psicología, los programas de intervención basados en educación emocional son una vía idónea para contribuir a la mejora de la capacidad adaptativa, la optimización del bienestar personal, la autorregulación de estados emocionales y la capacidad para gestionar estados de ánimo negativos (Ambrona *et al.*, 2012). Sobre la educación emocional:

Es un proceso educativo, continuo y permanente, el cual pretende potenciar el desarrollo emocional como complemento indispensable del desarrollo cognitivo, constituyendo ambos los elementos

esenciales del desarrollo de la personalidad integral. Para ellos, se propone el desarrollo de conocimientos y habilidades sobre emociones con objeto de capacitar al individuo para afrontar mejor los retos que se plantean en la vida cotidiana. Todo ello tiene la finalidad de aumentar el bienestar personal y social (Bisquerra, 2000).

De aquí la importancia de que la inteligencia emocional se entienda como una habilidad para reconocer emociones, asimilarlas, comprenderlas y saber regularlas (Mayer, Caruso y Salovey, 1999).

Descripción del problema

La educación primaria de México, recientemente, incorporó el campo de las emociones en la formación de los ciudadanos; el material que se ofreció para la impartición de este campo se distribuyó a través del Programa Nacional para la Convivencia Escolar (SEP, 2016). El manual del maestro nos ofrece una visión clara de cómo trabajar los temas de convivencia, autoestima, reconocimiento de emociones, manejo y control emocional. El manual, sin embargo, trabaja de manera superficial el ámbito emocional de los alumnos; por lo tanto, se desarrolló un programa de intervención que actúe directamente en estas conductas.

Justificación

Resulta necesaria la evaluación de un programa de intervención acerca de las conductas disruptivas en niños de 11 a 12 años de edad; existen pocos trabajos publicados en México acerca de intervenciones terapéuticas en la conducta negativa infantil. Los trastornos de la conducta disruptiva en la infancia y en la adolescencia son uno de los motivos más frecuentes de consulta; los programas de intervención que tratan estas conductas abarcan los contextos familiares y escolares del niño (Peña-Olvera y Palacios-Cruz, 2011).

La propuesta de un espacio que les brinde herramientas con las cuales puedan aprender a nombrar y manejar estas situaciones es de gran relevancia, puesto que de esta manera se logra que los niños tengan una mejor adaptación y un mejor desarrollo social.

Recientemente, se logró un cambio en el modelo educativo mexicano. Las emociones se han

incorporado a la educación básica como un campo para la formación de ciudadanos; a partir de ahí, el programa de intervención en cuestión funciona como un instrumento benéfico en el desarrollo personal y social de los niños mexicanos.

Objetivo

Evaluar un programa de intervención en conductas disruptivas dirigido a niños de 11 a 12 años de edad, provenientes de una escuela primaria urbana federal del estado de Querétaro.

Metodología

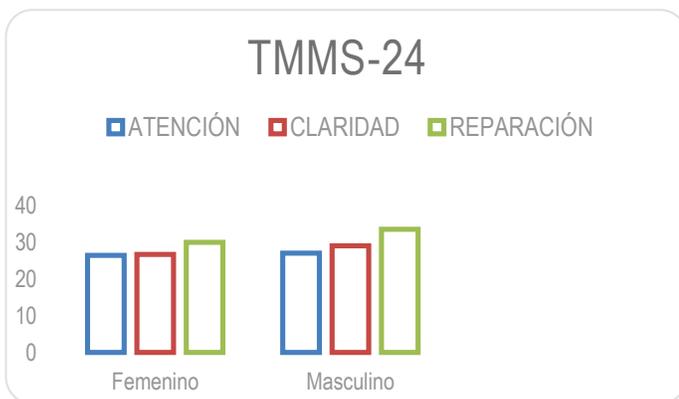
La intervención se desarrolló en una primaria urbana federal en el estado de Querétaro; el objetivo era tratar a un grupo conflictivo, catalogado con conductas disruptivas, en el año 2017. El grupo estaba compuesto por 24: 16 niñas y 8 niños. La intervención constó de dos módulos, cada uno compuesto por 10 sesiones.

Se realizó una evaluación inicial para determinar qué sujetos iban a pertenecer a la muestra, a través del test de frases incompletas de Sacks para niños. Este test es una prueba proyectiva que mide cuatro áreas de las emociones: 1) familiar, 2) relaciones interpersonales, 3) relaciones heterosexuales y 4) concepto de sí mismo. Consiste en 40 preguntas, con base en las cuales, según lo que el evaluado responda, se mide el grado de dificultad o conflicto que presenta el niño; por los alcances de la investigación, se eliminó la aplicación del área de las relaciones heterosexuales.

Se realizó una segunda evaluación a través del TMMS-24; este test está basado en el Trait Meta-Mood Scale (TMMS) del grupo de investigación de Salovey y Mayer. Evalúa el metaconocimiento de los estados emocionales mediante 24 ítems; asimismo, evalúa las destrezas con las que podemos ser conscientes de nuestras propias emociones, así como de nuestra capacidad para regularlas. Este test contiene tres dimensiones clave de la inteligencia emocional, con ocho ítems para cada una de ellas: 1) atención emocional, 2) claridad de sentimientos y 3) reparación emocional.

Resultados y discusión

Los estudiantes con los que se trabajó en esta intervención presentaron niveles adecuados de comprensión emocional. En el ámbito de reparación, encontramos que ambos sexos se encuentran en el rango de una adecuada reparación: los hombres tienen un promedio de 33.625, y las mujeres, de 30.06. En el ámbito de claridad, encontramos promedios de 29.125 para el sexo masculino y de 26.75 para el femenino, valores que se encuentran dentro del rango de una adecuada claridad emocional. También en el ámbito de la atención emocional, los participantes se encuentran dentro de un rango de una adecuado: los niños alcanzaron un promedio de 27.125, y las niñas, de 26.5625.



Gráfica 1. Resultados obtenidos a través de la prueba TMMS-24.

Conclusiones

El programa de intervención sigue en desarrollo, por lo que se espera obtener indicadores positivos sobre su utilización. Actualmente, se han visto cambios en la conducta de los evaluados, quienes han dado cuenta de un mayor desarrollo de sus habilidades emocionales, como la interacción social. Este programa de intervención podrá ser beneficioso en el ámbito educativo por su potencial para formar a ciudadanos sensibles.

Bibliografía

- Bisquerra R (2000). *Educación emocional y bienestar*. España: Praxis.
- Mayer JD, Caruso D y Salovey P (1999). Emotional intelligence meets traditional standards for an intelligence. *Intelligence*, 27, 267-298.
- Peña-Olvera F y Palacios-Cruz L (2011). Trastornos de la conducta disruptiva en la infancia y la adolescencia: diagnóstico y tratamiento. *Salud Mental*, vol. 35, núm. 5, pp. 421-427.
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Modelo educativo para la educación obligatoria: educar para la libertad y la creatividad*.
- Secretaría de Educación Pública (2016). *Programa Nacional de Convivencia Escolar: manual para el docente*.
- Garaigordobil Landazabal M (2004). Intervención psicológica en la conducta agresiva y antisocial con niños. *Psicothema*, vol. 16, núm. 3.
- León-Rodríguez D y Sierra-Mejía H (2008). Desarrollo de la comprensión de las consecuencias de las emociones. *Revista Latinoamericana de Psicología*, vol. 40, núm. 1, pp. 35-45.
- Ambrona T., López-Pérez, B., Márquez-González, M. (2012). Eficacia de un programa de educación emocional breve para incrementar la competencia emocional de niños de educación primaria. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP)*, vol. 23, núm. 1, pp. 39-49.
- Gamucio ME, Solís F y Valverde S (2012). *Protocolo de diagnóstico e intervención psicopedagógica: guía 3 de diagnóstico rápido de 12 a 18 años*. España: Manthra Editores.
- Extremera N, Fernández-Berrocal P, Mestre JM y Guil R (2004). Medidas de evaluación de la inteligencia emocional. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 36, 2.
- Salovey P, Mayer JD, Goldman SL, Turvey C, Palfai TP (1995). Emotional attention, clarity, and repair: exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale. En: JW Pennebaker (ed.). *Emotion, disclosure, and health* (pp. 125-151). Washington: American Psychological Association.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 18 de noviembre de 2017

Representaciones sociales de la formación del licenciado en Educación Física y Ciencias del Deporte en la Universidad Autónoma de Querétaro

José Miguel Silva Llaca*
María del Carmen Guadalupe Díaz Mejía

Resumen

Objetivo. Conocer cuáles son las representaciones sociales que tienen docentes y alumnos sobre la formación de futuros profesionales de la licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte (LEFCD), a fin de comprender el acontecer educativo en esta licenciatura. **Metodología.** La población objeto de estudio constó de 36 profesores y 217 alumnos de la LEFCD de la UAQ. Se abordó el estudio desde el método de las Representaciones Sociales (RrSs) de la Escuela Clásica, a través del enfoque procesual. Para la recolección de datos se utilizaron las técnicas de grupos focales (alumnos) y entrevista semiestructurada (maestros). El análisis de los datos, en primera instancia, tiene un alcance descriptivo; posteriormente, con la información obtenida se efectuó una triangulación de datos para encontrar convergencias o divergencias en los discursos. **Resultados y conclusiones.** Las respuestas obtenidas dan fundamento al apartado de planteamiento del problema; es decir, resulta evidente que los estudiantes se conducen durante el proceso de formación con base en sus preconcepciones, ideas y creencias sobre qué es un LEFCD; asimismo, las respuestas legitiman las dos tensiones en el proceso de formación planteadas en esta investigación, una histórica y otra curricular.

Destaca el hecho de que no se observa con claridad qué es un licenciado en Educación Física y Ciencias del Deporte y que, además, resulta demasiado complicado distinguirlo de un licenciado en Educación Física con enfoque normalista; estas representaciones sociales determinan las prácticas educativas que se realizan en esta oferta universitaria y no son congruentes con sus planes y programas.

Palabras clave: educación física, representaciones sociales

Fundamentación teórica

Al tratarse de un estudio para comprender la manera de pensar de las personas y los significados que le dan a lo que acontece en su entorno, esta investigación se aborda desde la teoría de las representaciones sociales (RrSs), del psicólogo social francés Sergei Moscovici, que en su obra *El psicoanálisis, su imagen y público* (1979) brindó la siguiente definición:

La representación social es una modalidad particular de conocimiento cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación de los individuos. También es un *corpus* organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuales los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios, liberan los poderes de su imaginación (1979:17-18).

Por lo tanto, se trata del conocimiento de sentido común resultante de la comunicación en el grupo social (en este caso, la LEFCD).

Dimensiones de la representación social

Moscovici (1979) propuso tres dimensiones de análisis para las representaciones sociales: “la información, la actitud y el campo de representación o la imagen” (p. 45). Estas categorías serán centrales para estudiar las representaciones sociales de maestros y alumnos con respecto de la formación en la LEFCD, ya que facilitan la comprensión de su contenido, implican establecer “qué se sabe (información), qué se cree, cómo se interpreta (campo de representación) y qué se hace o cómo se actúa (actitud)” (Umaña, 2002:41).

Formación de las representaciones sociales

Moscovici no sólo alude al carácter social de las representaciones, sino también a su naturaleza individual y psicológica. De tal forma, señaló que “una

representación social se elabora de acuerdo con dos procesos fundamentales: la objetivación y el anclaje” (1979:75).

Descripción del problema

En el entorno de los estudiantes y docentes de la licenciatura en educación física y ciencias del deporte (LEFCD) de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), existen ideas, imágenes y opiniones sobre qué es un LEFCD y cómo debe ser su proceso de formación.

En la realidad, se observa que estudiantes y docentes se conducen durante el proceso de formación con base en sus preconcepciones, ideas y creencias de qué es un LEFCD.

Es interés de esta investigación conocer esas preconcepciones para comprender las prácticas educativas, ya que, desde la experiencia de quien escribe estas líneas, se vislumbran dos grandes tensiones en el proceso de formación de futuros licenciados: una tensión histórica y una tensión curricular. Todo ello nos lleva a preguntarnos: ¿Cuáles son las representaciones sociales que tienen los docentes y alumnos de la licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte de la Universidad Autónoma de Querétaro sobre la formación de profesionales en dicha carrera?

Justificación del proyecto

Con los resultados obtenidos de la investigación, se tendrán elementos pertinentes y adecuados para sugerir una evaluación curricular de la licenciatura, con vistas a mejorar la elaboración del currículo y la práctica. Como consecuencia, esta investigación beneficiará a estudiantes y docentes de la LEFCD de la UAQ, ya que busca trascender más allá de cuestiones económicas o tecnológicas para situarse en la pertinencia social. Los resultados llamarán a la reflexión sobre la formación de los licenciados en Educación Física y Ciencias del Deporte; asimismo, a través de argumentos y explicaciones de la realidad encontrada, contribuirán al rompimiento de estereotipos que catalogan a los LEFCD como profesionales flojos que realizan menores esfuerzos intelectuales, con respecto de otras profesiones.

Objetivo general

Identificar representaciones sociales que tienen docentes y alumnos sobre la formación de profesionales de la licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Objetivo específico

Con base en las representaciones sociales de estudiantes y maestros, tener una aproximación al acontecer educativo de la LEFCD de la UAQ, con la intención de comprender lo que ocurre en la práctica del plan de estudios.

Metodología

Método: el estudio de las representaciones sociales

Es preciso aclarar que las representaciones sociales “constituyen al mismo tiempo un enfoque y una teoría” (Banchs, 2000:1); es decir, están sujetas a los presupuestos epistemológicos y ontológicos de las diferentes líneas de investigación que, a través del tiempo, se han configurado para su estudio. Pereira de Sá (1998) explica que pueden enunciarse tres posturas principales: la escuela clásica, impulsada por Denise Jodelet, con influencia de las ideas originales de Moscovici; la escuela de Aix-en-Provence, desarrollada por Jean Claude Abric y enfocada en la estructura de las RrSs, y la escuela de Ginebra, por William Doise, con una mirada sociológica de las representaciones.

La presente investigación sigue la línea de la escuela clásica promovida por Denise Jodelet, ya que tiene su énfasis en el aspecto constituyente de las representaciones, más que en el constituido; por tal motivo, su metodología obedece por excelencia a técnicas cualitativas, como entrevistas a profundidad y análisis de contenido (Umaña, 2002).

De tal forma, al seguir la línea de la escuela clásica, esta investigación tiene un enfoque procesual. Según Umaña (2002), es un procedimiento que se efectúa para acceder al contenido de una representación, comúnmente a través de la recopilación de material discursivo, producido de forma espontánea o incluido en entrevistas o cuestionarios.

Técnicas de recolección

Se formaron cuatro grupos focales, uno con aspirantes del propedéutico y tres más con estudiantes del segundo, sexto y octavo semestre. También se realizaron cinco entrevistas semiestructuradas a docentes clave de la licenciatura.

Resultados y discusión

Esta investigación encontró cinco representaciones sociales que maestros y alumnos de la LEFCD de la UAQ tienen sobre la formación de profesionales en esta oferta educativa. Estas cinco representaciones sociales, de acuerdo con la teoría de Moscovici, expresado en Umaña (2012), se refieren a “la ordenación y jerarquización de los elementos que configuran el contenido de la representación social” (p. 41). En palabras breves, en los indicadores de cada una se constituye el campo de representación, es decir, “el conjunto de actitudes, opiniones, imágenes, creencias, vivencias y valores presentes en una misma representación social” (p. 41), así como la actitud (postura afectiva) y la información (lo que se sabe).

REPRESENTACIÓN SOCIAL	INDICADORES : DIMENSIÓN DE LA RS		
MOTIVOS DE INGRESO	Me gusta el deporte	Campo de representación	
	Como segunda opción		
	Necesidad de movimiento		
	No es tan exigente		
	Tuve un buen/mal maestro de EF		
NORMALISTA CIENCIAS DEL DEPORTE	Normalista es limitado, inferior		
	LEFCD es más amplio, mejor		
PRÁCTICAS EDUCATIVAS	Enseñanza con jueguitos		Actitud
	Teoría/Práctica		
	Malos/Buenos profesores		
	Ilusiones	Información	
	Desilusiones		
PRÁCTICA PROFESIONAL	Docencia		
	Entrenamiento deportivo/Gestión deportiva		
PRÁCTICA DEPORTIVA	Sí es importante, necesario		

Conclusiones

La presente investigación brinda la posibilidad de que el lector, así como los estudiantes y maestros de la LEFCD, conozcan cuáles son las representaciones sociales que existen sobre el acontecer educativo en esta carrera y, así también, cómo repercuten en la práctica educativa.

Con base en esta investigación, se estima que debe existir claridad en la propuesta pedagógica de la licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte, en relación con los fines trascendentes que persigue, es decir, qué tipo de profesional se quiere formar a través de la educación física y las ciencias del deporte: uno que desarrolle sus mejores cualidades y aptitudes o uno que sepa hacer determinadas cosas, que cumpla con un perfil profesional sobre el cual no tenga claridad y se signifique a sí mismo con respecto de otra profesión.

Quien escribe estas líneas considera que es necesaria una intersubjetividad, en el sentido de lograr un acuerdo acerca de lo que es la LEFCD, para estructurar una propuesta, desde distintos modelos pedagógicos y desde un momento histórico determinado, que le dé lugar al profesional en formación dentro de un orden social y también; que le dé lugar a una persona, a un LEFCD dignificado y relacionado con el tipo de sociedad a la que se aspira.

¿Son acaso suficientes y contundentes los argumentos que aquí se exponen para pensar en una evaluación curricular en la licenciatura en Educación Física y Ciencias del Deporte? Creemos que son el primer paso hacia una serie de reflexiones y acciones que conduzcan hacia la revalorización, el conocimiento y el reconocimiento de una profesión relativamente nueva, como lo es Educación Física y las Ciencias del Deporte.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 18 de noviembre de 2017

Referencias

Banchs M (2000). Aproximaciones procesuales y estructurales al estudio de las representaciones sociales. *Papers on Social Representations*, vol. 9. Disponible en: http://www.psr.jku.at/PSR2000/9_3Banch.pdf (consultado en septiembre de 2017)

Moscovici S (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*.

Argentina: Editorial Huemul. Disponible en:

<http://taniars.files.wordpress.com/2008/02/moscovici-el-psicoanalisis-su-imagen-y-su-publico.pdf> (consultado en septiembre de 2017)

Pereira de Sá C (1998). *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Brasil: UERJ. Disponible en:

http://www.mazzotti.pro.br/resources/SA_A_Construcao_do_objeto_de_pesquisa_em_representacoes_sociais.pdf (consultado en septiembre de 2017)

Umaña, S. (2002). *Las representaciones sociales: ejes teóricos para su discusión*. Costa Rica: Editorial ASDI. Disponible en:

<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/ICAP/UNPAN027076.pdf> (consultado en septiembre de 2017)

La elección de carrera profesional: reproducción de las estructuras laborales, ideología y la división del trabajo

Josué Huerta Maldonado*
Luis Rodolfo Ibarra Rivas

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo identificar algunas consideraciones que los alumnos hacen al elegir una carrera universitaria. El campo de investigación fue la Universidad Politécnica de Querétaro. Las hipótesis formuladas para la elección de carrera fueron: aspiración ocupacional, conocimiento de la vida profesional, ideal de remuneración, influencia social, influencia familiar, autoconocimiento y gusto. La elección de los alumnos puede estar orientada por una proyección a futuro, sus aptitudes y actitudes, y la preparación previa en bachillerato o laboral. El método acogido fue el fenomenológico y hermenéutico, para describir e interpretar lo dicho por los agentes. Se emplearon técnicas de grupos focales, descripciones narrativas y entrevistas semiestructuradas. En los resultados, se proponen cuatro categorías: 1) interés material, 2) confianza en la institución, 3) influencia filial e 4) identidad. Se pudo concluir que la elección de una carrera universitaria se realiza en la base de la estructura de la reproducción y división de trabajo, no en la intención de cambiar las circunstancias o generar ciencia y tecnología, lo que sugiere una reproducción de los gustos en la elección de carrera desde las clases sociales.

Maestría en Ciencias de la Educación, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Querétaro

* Contacto: josue.huertamaldonado@gmail.com

Antecedentes

Los antecedentes se ordenan en ocho incisos enmarcados en ejes temáticos. Separar de esta manera las investigaciones previas ayuda a identificar los distintos enfoques que se tomaron al respecto de la elección:

a) Factores motivacionales (aspiración ocupacional): de la investigación de Rivera (2009), se coincide en que la familia es una fuente de información e influencia en el agente; sin embargo, no es determinante ni se circunscribe a la familia la influencia o réplica de prácticas laborales.

b) Representación subjetiva: Figueroa (1993) concluyó, sin nominarlo como vocación, que el agente busca la realización de sí mismo; de ahí la necesidad vital de una carrera como su razón de vida.

c) Influencias externas: Romero (2007) y Franco (2014) proponen la valoración de beneficios materiales como aspecto medular al elegir una carrera.

d) La orientación vocacional: la necesidad de la orientación vocacional se valora como indispensable en el proceso de elección; así lo exponen las investigaciones de Müller (2005) y Castañeda (2014).

Descripción del problema

La investigación tuvo como campo la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ). Se enfocó en la ingeniería en Mecatrónica, tomando como grupo de interés las generaciones 10, 11 y 12, correspondientes a los años de ingreso de 2013, 2014 y 2015, respectivamente. Se parte del supuesto de que la elección de una carrera profesional es indispensable para aquel que busca una preparación profesional y de que esta elección involucra, entre otros factores, gustos, afinidad, talento e influencias sobre el individuo. La población de la UPQ se caracteriza por ser predominantemente masculina; además, la mayoría de los alumnos provienen de bachilleratos técnicos (CECYTEQ, COBAQ). En cuanto a la elección de carrera, de un piloteo y algunos antecedentes recuperados, se encontró que la elección está orientada por las preferencias ocupacionales, una proyección a futuro, las aptitudes y actitudes representadas por el alumno, preparación previa en bachillerato y experiencia de vida.

Justificación

Esta investigación es una oportunidad de teorizar y brindar una perspectiva respecto de consideraciones, valoración y construcción de tipos ideales que el alumno hace al elegir su carrera profesional. En la historia de la UPQ, jamás se ha dado un estudio científico acerca de la inclinación que el alumno de educación media superior tiene para optar por esta universidad en su preparación académica, mucho menos existe una reflexión científica acerca de las influencias y consideraciones que el alumno valora al decidir estudiar la ingeniería en Mecatrónica; se valora, sin embargo, el diálogo que se tiene con las instituciones de educación media superior (IEMS) y el seguimiento dado a las primeras generaciones. La investigación toma mayor importancia al considerar que, apenas hace cinco años, se creó el Departamento de Orientación Educativa en la institución, que supuso un intento de orientación educativa para los alumnos que forman parte de la UPQ y para quienes aspiran a ingresar en ella.

Hipótesis

Estudiar una carrera profesional se puede relacionar con un plan e ideal de vida, gustos, afinidades, talentos, ideales, costumbres, contexto, identidad o autoconocimiento. La elección de una carrera profesional podría orientarse a la preferencia ocupacional, una proyección a futuro y las aptitudes y actitudes que representa el alumno; además, interviene la experiencia del bachiller de procedencia y su perfil terminal, así como un seguimiento de la preparatoria.

Objetivo

Lo que esta investigación buscó responder fue: *¿Qué consideraciones toma el alumno para su elección de carrera profesional? ¿Son estas consideraciones las mismas siempre o se modifican según el contexto? ¿Cómo son valoradas las opciones en la elección?*

Método

Se aplicó el método fenomenológico hermenéutico (FH). La investigación parte de acciones y experiencias que los alumnos manifiestan en la elección de carrera profesional: “La FH asume como punto de partida y de llegada de la investigación el mundo de la vida” (Ayala, 2008, p. 411). El interés que se manifiesta en la investigación es reconocer, desde

los dichos que manifiestan el fenómeno, las consideraciones y valoraciones que tienen los agentes al elegir una carrera profesional.

La interpretación de la acción de elección de carrera se realiza con las reglas y técnicas propias de la hermenéutica; el complemento que brinda objetividad en la interpretación de la acción es la fenomenología: “Es, pues, la práctica social la que valida la comprensión que se produce en la esfera de la interpretación hermenéutica” (García, 2013, p. 68). La técnica principal que se empleó fue la de grupo focal (Mella, 2000) (tres grupos, un total de 19 alumnos); también se aplicaron entrevistas semiestructuradas (23 participaciones) y descripciones narrativas de docentes, alumnos, y administrativos.

Fundamentación teórica

Con las teorías expuestas, se ofrece el desarrollo de tres conceptos clave en la construcción de la investigación respecto de la decisión en la elección de carrera profesional: 1) consideraciones, 2) elección y 3) vocación. Las consideraciones en la elección de carrera profesional se construyen en los campos que ocupa el agente; en ellos se desarrollan y forman capitales que lo identifican, y se conforman, además, en grupos sociales (Durkheim, 1999) que le brindan posibilidades y lo conducen a acciones y relaciones sociales (Weber, 2002) de acuerdo con el campo en que se posiciona.

El campo (Bourdieu, 2002), como la vida (Ortega, 2006), constituye formas de relación, estructuras o circunstancias con las que el agente interactúa y las cuales encarna. Las estructuras o las circunstancias no dependen del agente, aunque la modificación de ellas es una responsabilidad de los agentes, como compromiso, según la posibilidad que brinde la relación social. Construir las consideraciones se vincula con identificar la situación social (Dewey, 2004), el lugar que ocupa el agente en el entorno o contexto. La situación social brinda al agente disposiciones y actitudes que le permiten hacer valoraciones de vida; también se nombró campo, escenarios o circunstancias favorables en la elección de la carrera profesional. Considerar las opciones reconocidas implica un ejercicio de valorización y jerarquía; para esta acción, el agente toma posición en

el campo que ocupa y, a partir de ahí, dirige su elección según la perspectiva que convenga.

Resultados

Entre los resultados obtenidos, se encontró que el alumno valora sus opciones de estudio desde la capacidad económica de que se puede servir y sus opciones estimadas se basan, en primera instancia, en la oferta de las universidades locales. La importancia que el alumno otorga a la infraestructura y el prestigio de la institución es un factor de valoración. Se reconoce una influencia por parte de los lazos filiales (amigos, padres, conocidos o profesores). Prevalece la idea de un talento nato para ejercer la carrera en mecatrónica, aunado a una sobreestimación respecto de las licenciaturas por su aplicación práctica. Se identifican cuatro ejes, como resultado de las técnicas aplicadas: 1) interés material, 2) confianza institucional, 3) influencia filial e 4) identidad. Estos cuatro ejes no se dan de manera independiente en los agentes, sino que coexisten y se relacionan entre sí, aunque uno de ellos tiene la primacía como fundamento en la elección de carrera para cada agente.

Conclusiones

Con base en el desarrollo de la presente investigación, concluimos que los tipos ideales construidos por los agentes en la elección de carrera profesional se conforman a partir de la relación, la situación y el grupo social en el que el agente se encuentra. Los agentes se inclinan, con una preponderante preferencia, por los bienes materiales, influenciados por la demanda laboral y la oferta académica de la zona o por las circunstancias en que viven. La institución universitaria, su prestigio e infraestructura pueden ser decisivos en la decisión de los agentes. Asimismo, la influencia de recomendaciones o lazos afectivos motivan a los agentes para construir sus opciones profesionales. Finalmente, la vocación aparece en la elección de carrera profesional como argumento, aunque no necesariamente como médula decisiva para la elección.

Hallazgos y aportaciones

Los agentes reproducen los gustos de su clase social. Ellos, los alumnos, eligen lo que tienen que elegir desde su estructura de clases encarnada. La división internacional del trabajo se reproduce y, con ella, la

inapetencia por la generación de ciencia y tecnología. Reproducir la falta de deseo de ser científico puede ser a causa de una sobreestimación o preferencia del trabajo manual por encima del intelectual o tecnológico. La reproducción de clase y de trabajo deja entrever la falta de autonomía del agente; los agentes deciden sobre la base de la estructura, no de la relativa autonomía del sujeto que busca cambiar circunstancias. Si las circunstancias no cambian, el sujeto no cambia, las estructuras no se modifican y la reproducción prevalece como sentido común de modo heterónimo.

Bibliografía

- Ayala R (2008). La metodología fenomenológica hermenéutica de M. Van Manen en el campo de la investigación educativa. Posibilidades y primeras experiencias. *Revista de Investigación Educativa*, 409-430.
- Castañeda L (2014). La elección de carrera: entre la vocación y las ofertas institucionales. *Educación y desarrollo*, 55-59.
- Dewey J (2004). *Democracia y educación*. España: Morata.
- Durkheim E (1999). *Educación y sociología*. España: Altaya.
- Figueroa E (1993). Elección de carrera: una decisión de gran trascendencia. *Revista Educación*, 11(3), 5-13.
- Franco J (2014). Factores influyentes en la elección de la carrera de Enfermería. Disponible en: <https://goo.gl/eMeScp>
- García W (2013). Hermenéutica y pedagogía. La práctica educativa en el discurso sobre la educación. *Pulso*, 55-78.
- Mella O (2000). *Grupos focales. Técnica de investigación cualitativa*. Chile: publicado como Documento de Trabajo núm. 3, CIDE.
- Müller M (2005). http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.3377/
- Ortega J (2006). *La rebelión de las masas*. España: Espasa Calpe.
- Rivera M (2009). Los factores involucrados en la elección de carrera: el caso de un plantel media superior en el estado de Querétaro. *Universidad Autónoma de Querétaro*, 131.
- Romero H (2007). Adolescentes y elección vocacional. *XIV Jornadas de Investigación y Tercer Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur*. Argentina.
- Weber M. (2002). *Economía y sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2017

El papel de la lengua materna en las primeras etapas de aprendizaje de una segunda lengua

Mara Pimentel Saldaña¹
Elia Haydeé Carrasco Ortiz²

Resumen

En el área de adquisición de segundas lenguas (AL2), se ha buscado explicar cuál es el papel de la lengua materna (L1) durante el proceso de adquisición de una segunda lengua (L2). Algunos autores sugieren que las estructuras compartidas en ambas lenguas se transfieren de la primera a la segunda desde el inicio del proceso de adquisición (MacWhinney, 2005), de modo que la L1 determina el proceso. Otros consideran que, a pesar de que la L1 es un factor muy importante durante la adquisición de una L2, no determina si una estructura se aprende o no (Steinhauer *et al.*, 2009). En el presente estudio, investigamos la adquisición de una estructura similar en aprendientes principiantes de alemán L2 cuya L1 es español: la concordancia sujeto-verbo; para ello, registramos la actividad eléctrica cerebral de los participantes durante la resolución de una tarea de juicio de gramaticalidad de oraciones que contenían dicha estructura y las contrastamos con oraciones que contenían violaciones semánticas. La respuesta neuronal observada en las primeras etapas de la interlengua revela que los participantes no transfieren los procesos cognitivos utilizados en el procesamiento morfosintáctico de la L1, a pesar de contar con la misma estructura en su L1.

¹Contacto: mara.pimente.saldana@gmail.com

²Asesora

Facultad de Lenguas y Letras, Doctorado en Lingüística,
Universidad Autónoma de Querétaro,

Fundamentación teórica

Adquisición de segundas lenguas

Durante el proceso de adquisición de una L2, uno de los factores más importantes que intervienen es la L1; por eso, su efecto ha sido ampliamente estudiado. Algunos modelos teóricos, como El Modelo de Competitividad (MacWhinney, 2005), consideran que la L1 es determinante en el proceso de adquisición de una L2.

De acuerdo con El Modelo de Competitividad, todos los elementos de la L1 que se puedan transferir a la L2 se van a transferir; cuando las estructuras se corresponden en ambas lenguas, la transferencia es positiva; es decir, cualquier estructura que esté presente en ambas lenguas no representará ninguna dificultad en el proceso de adquisición, debido a que los procesos cognitivos que ya existen para la L1 solamente se integran al sistema de la L2. En el caso contrario, cuando no hay estructuras compartidas entre las lenguas, habrá una interferencia de la L1 en la adquisición de la L2.

Otros modelos, como el de Steinhauer *et al.* (2009), sugieren que el sistema de la L2 se va desarrollando y va cambiando conforme el nivel de competencia aumenta. Así, dado que en las primeras etapas de la interlengua la competencia lingüística en la L2 es baja, los procesos cognitivos serán muy distintos a los de los hablantes nativos. Este modelo, sin embargo, también considera que la L1 es importante en el proceso de adquisición; no supone una transferencia de las estructuras de esta a la L2, sino más bien que la adquisición de estructuras compartidas será más rápida que aquellas que no se comparten.

Neurolingüística y AL2

Uno de los objetivos principales de la neurolingüística es conocer cómo se procesa la lengua y en dónde está representada físicamente en el cerebro; para ello, se ha valido de herramientas que registran la actividad cerebral durante el procesamiento lingüístico sin recurrir al conocimiento consciente. Específicamente en la AL2, las investigaciones giran en torno a las diferencias o similitudes que hay en el procesamiento de la L1 y la L2, así como a indagar acerca de las características en las diferentes etapas de la interlengua. De especial interés, en los últimos años,

son las etapas tempranas de la adquisición y los estudios longitudinales que buscan observar los cambios en las representaciones mentales a medida que aumenta la exposición a la L2 (Osterhout *et. al.*, 2006, 2008).

Descripción del problema

Una de las estructuras que aprenden los estudiantes hispanohablantes de alemán L2 es la concordancia sujeto-verbo, la cual es similar en ambas lenguas, como se aprecia en la siguiente tabla:

Español		Alemán	
Yo	vivo	Ich	lebe
Tú	vives	Du	lebst
Él, ella	vive	Er, sie, es	lebt

Siguiendo el Modelo MacWhinney, la concordancia sujeto-verbo en la interlengua de los aprendientes hispanohablantes de alemán L2 debe transferirse desde el inicio del proceso de adquisición, dado que se trata de una estructura presente tanto en la L1 como en la L2. Por lo tanto, el procesamiento de esta estructura en los aprendientes hispanohablantes tendría que ser igual al de los hablantes nativos, desde el inicio del proceso de adquisición. Conforme al modelo de Steinhauer *et al.*, los aprendientes mostrarán procesos cognitivos distintos a los de los hablantes nativos en las etapas iniciales de aprendizaje, independientemente de la L1; la diferencia radicaría en el tiempo que tardan en aprender la estructura.

Justificación del proyecto

Como expusimos más arriba, no hay consenso todavía en los modelos teóricos de adquisición de segundas lenguas acerca del papel que tiene la primera lengua en el proceso de adquisición de una L2. En este sentido, esta investigación aporta evidencia sobre cómo es el procesamiento cognitivo, en tiempo real, de las estructuras lingüísticas compartidas en L1 y L2. Aunado a lo anterior, no hay estudios previos que hayan trabajado con las lenguas que en esta investigación se analizan.

Hipótesis

- i. Si hay una transferencia positiva (MacWhinney, 2005) de la L1 a la L2 en estructuras compartidas, los estudiantes de alemán harán un procesamiento

morfosintáctico igual que en su L1; es decir, la respuesta neuronal de los estudiantes será similar a la de un grupo de nativos.

- ii. Si existen procesos cognitivos diferentes durante las primeras etapas del aprendizaje, independientemente de la L1 (Steinhauer *et al.*, 2009), encontraremos un procesamiento morfosintáctico en la L2 diferente al de su L1; es decir, la respuesta neuronal de los estudiantes será diferente a la de un grupo de nativos.

Objetivos

- i. Investigar el efecto de la lengua materna en el procesamiento de una estructura morfosintáctica similar en L1 y L2 mediante el registro y análisis de la respuesta cerebral y conductual.
- ii. Evaluar el aprendizaje de la concordancia sujeto-verbo en las primeras etapas de la interlengua en hablantes adultos de español L1 y alemán L2.

Metodología

Realizamos la investigación mediante potenciales relacionados a eventos (ERP), que son registros de cambios en la actividad eléctrica en el cerebro que ocurren en respuesta a un estímulo lingüístico determinado (Osterhout *et al.*, 1997); para ello, se colocaron electrodos en el cráneo del participante. Los rasgos de los ERP se denominan componentes y se describen en términos de polaridad positiva o negativa, amplitud, inicio, duración de onda y ubicación. Para nuestro estudio, son relevantes dos: el P600 (Osterhout y Holcomb, 1992), relacionado con anomalías morfosintácticas (como es la concordancia sujeto-verbo), y el N400 (Kutas y Hillyard, 1980), relacionado con anomalías semánticas.

Registramos la respuesta neuronal y conductual de 15 estudiantes de alemán del Centro de Lenguas y Culturas de la Universidad Autónoma de Querétaro durante el primer semestre de clase. El registro se llevó a cabo en sesiones individuales; la tarea consistía en emitir juicios de gramaticalidad y el instrumento consta de 110 estímulos: 60 contenían la estructura que investigamos, 30 de ellas eran agramaticales y 50 eran oraciones control; 25 de ellos contenían una violación semántica. A continuación se presentan ejemplos de esos estímulos.

I. Estímulos sujeto verbo:

- 1a. Ich komme **e** aus Mexiko. 1b. *Ich komme **st** aus Mexiko.¹
Yo vengo de México. Yo vienes de México.

II. Estímulos semánticos:

- 2a. Ich lese **ein Buch** von Rilke. 2b. *Ich lese **ein Geld** von Rilke.
Yo leo un libro de Rilke. Yo leo un dinero de Rilke.

Los estímulos aparecían palabra por palabra en una pantalla de computadora, en intervalos de 600 ms; cada palabra permanecía en la pantalla 450 ms y, al finalizar la oración, los participantes emitían su juicio (gramatical/agramatical) en un tablero de respuestas.

Resultados y discusión

Respuesta neuronal

Los participantes mostraron un efecto N400, tanto en las oraciones con violación de concordancia sujeto-verbo como en las oraciones con violación semántica. Estos resultados apuntan a que los estudiantes principiantes no utilizan los mismos procesos cognitivos en su L1 y la L2; de haber sido así, habríamos observado un efecto P600 para el primer tipo de oraciones, como los hablantes nativos.

Respuesta conductual

En las oraciones con estructura sujeto-verbo, obtuvimos una $d'=1.61$, y en las oraciones con el fenómeno semántico obtuvimos un valor de $d'=0.43$. Ambos resultados señalan que los participantes respondieron al azar, ya que a menor valor de la d' , más azarosas fueron las respuestas.

Conclusiones

El hecho de que hayamos obtenido un efecto N400 en las oraciones con violación morfosintáctica señala que, al inicio del proceso de adquisición de una segunda lengua, los estudiantes sólo integran el significado de las palabras, sin ser capaces de hacer una descomposición morfológica o establecer relaciones morfosintácticas. Es decir, sólo pueden identificar que la palabra no corresponde al contexto previo, pero no alcanzan a distinguir el error de marca morfológica.

Nuestros resultados están en línea con investigaciones anteriores, que han reportado una etapa inicial de procesamiento a nivel lexical (Tanner *et al.*, 2010; Osterhout *et al.*, 2006; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2017). Asimismo, nuestros resultados aportan evidencia de que los procesos cognitivos en L1 y L2 son distintos, a pesar de que las lenguas tengan similitudes (Steinhauer *et al.*, 2009), como predijimos en nuestra segunda hipótesis.

Referencias bibliográficas

- Carrasco-Ortiz, H. Velázquez Herrera, A., Jackson-Maldonado, D., Avelilla Ramírez, G. N., Silva Pereyra, J., & Wicha, N. Y. Y. (2017). The role of language similarity in processing second language morphosyntax: evidence from ERPs. *International Journal of Psychophysiology*, 117, p. 91-110.
- Kutas M y Hillyard S (1980) Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science, New Series*, vol. 207, núm. 4427:203-205.
- MacWhinney (2005). A unified model of language acquisition. En: JF Kroll y AMB de Groot (eds.). *Handbook of bilingualism: psycholinguistic approaches*, pp. 47-67. EUA: OUP.
- Osterhout L y Holcomb P (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31:785-806.
- Osterhout, L., McLaughlin, J. y Bersick, M. (1997). Event-related brain potentials and human language. *Trends in Cognitive Sciences* 1:203-209.
- Osterhout, L., McLaughlin, J., Pitkänen, I., Frenk-Mestre, Ch. Y Molinaro, N. (2006). Novice learners, longitudinal designs, and event-related potentials: a mens for exploring the neurocognition of second language processing. *Language Learning*, 199-231.
- Osterhout, L., Poliakov, A., Inoue, K., McLaughlin, J., Valentine, G., Pitkänen, I., Frenk-Mestre, Ch. y Herschensohn, J. (2008). Second language learning and changes in the brain. *Journal of Neurolinguistics*, 21, 509-521.
- Steinhauer, K., White, E. y Drury, J. (2009) Temporal dynamics of late second language acquisition: evidence from event-related brain potentials. *Second Language Research*, 25, 1:13-41.
- Tanner, D., Osterhout, L. y Herschensohn, J. (2010). Snapshots of grammaticalization: differential electrophysiological responses to grammatical anomalies with increasing L2 exposure. En: J Chandlee, M Franchini, S Lord y GM Rheiner (eds.), *Proceedings of the 33rd Boston University Conference on Language Development*. EUA: Cascadilla Press, pp. 528-539.

¹El asterisco indica agramaticalidad o violación semántica.

Cómo explicar el alto crecimiento de Querétaro: una ecuación de identidad del PIB

Monserrat Carrillo de León¹
Enrique Leonardo Kato Vidal²

Resumen

El presente trabajo es una investigación aplicada, centrada en el estudio del PIB potencial del estado de Querétaro y de México, para ver el comportamiento de ambos durante los años censales 1993 a 2013. De ahí surge la pregunta: ¿Por qué se presenta un alto crecimiento estatal y un bajo crecimiento nacional? Metodológicamente, se sigue a Gordon (2014) mediante la identidad de la composición del PIB, que nos dice que la producción es igual a la multiplicación de la productividad del capital, el tamaño medio de las empresas, la densidad promedio de las empresas y el número de trabajadores. Calculando las tasas de crecimiento de tales componentes, se analiza el PIB previo y posterior a la crisis de 2008. Se obtuvieron las fluctuaciones de cada periodo, sobre las cuales se hacen inferencias sobre el comportamiento del crecimiento de Querétaro y el nacional, y se anticipan las posibles cifras que aparecerían en el censo de 2018.

Fundamentación teórica

El producto interno bruto (PIB) que se observa en un año depende en general de dos cosas: de la tendencia esperada y de las variaciones entre la tendencia con la producción efectiva; es decir, el PIB efectivo es la suma del PIB potencial más las fluctuaciones en el corto plazo (Jones, 2014). A su vez, el PIB potencial representa la producción esperada al mantener los factores de producción por un largo periodo de tiempo (Čaršimović *et al.*, 2013). Mientras tanto, las fluctuaciones que se observan en el corto plazo son las

desviaciones entre lo que se espera y lo que en realidad se produce; a estas fluctuaciones también se les conoce como “brecha de la producción” (Jones, 2014). Para Mankiw (2013), la brecha de producción resulta problemática, pues con base en estas estimaciones los inversionistas generan expectativas, el gobierno asigna el presupuesto del año, se crean políticas monetarias y fiscales, etcétera.

La producción depende, en general, de la productividad total de los factores, del empleo y del capital disponible. Sin embargo, la identidad de la producción del lado de la oferta que presenta Gordon (2014) es una expresión que muestra, con mayor detalle, cada uno de los componentes básicos que influyen sobre la producción total. La descomposición de la producción es una forma de determinar cómo su crecimiento está ligado a la combinación de sus componentes y las relaciones técnicas que hay entre ellos (Gordon, 2014).

Descripción del problema

En los últimos 15 años, el PIB de Querétaro ha crecido sistemáticamente por encima del PIB nacional; en el estudio de Brida y otros (2009), se clasifica a Querétaro como una economía de alto desempeño. Por tanto, proponemos: *a)* hacer las estimaciones de la tendencia del PIB potencial y de la volatilidad de la economía queretana; *b)* determinar los factores que tienen mayor peso en la producción tanto en Querétaro como en la economía nacional.

Justificación

Dar respuesta a las fluctuaciones con base en cambios en alguno de sus componentes hace posible contener las brechas negativas para evitar desaceleraciones severas, así como para equilibrar los cambios positivos, a fin de que no se conviertan en un problema inflacionario; asimismo, en términos generales, ayuda a crear políticas monetarias y fiscales que incentiven un crecimiento económico sostenido y estable.

Hipótesis

La investigación se basa en dos supuestos: 1) usando la información quinquenal, se puede estimar el PIB potencial de la economía; 2) la producción es resultado de las relaciones técnicas de producción (*cf.* Gordon, 2014). Por tanto, la tasa de crecimiento de la

¹joythedivision@live.com.mx

²Investigador asesor y profesor de la Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Autónoma de Querétaro

producción es resultado de cambios en las relaciones técnicas de producción (*vid infra* ecuaciones 2 y 3).

Objetivos

Los objetivos a alcanzar son: 1) ofrecer una aproximación del PIB potencial que marque las tendencias quinquenales y, con ello, obtener la brecha de la producción; 2) analizar el comportamiento de las variables de la identidad de la producción para poder determinar de qué dependen los cambios en las tasas de crecimiento.

Metodología

La forma en que se estimó el PIB potencial fue usando el concepto de la función de producción. Al respecto, se requirió de información histórica del PIB efectivo (1993-2015), que procedió del Sistema de Cuentas Nacional de México del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La cifra preliminar de 2016 es el resultado del promedio de las cifras dadas por el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE), mientras que las de 2017 son las expectativas de crecimiento de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Una vez dispuestas las cifras del PIB efectivo, se realizan las tasas de crecimiento. La tasa de crecimiento de una variable X a lo largo de un periodo de N años se calcula de la siguiente manera:

$$1 \quad [(X_{\text{final}}/X_{\text{inicial}})^{1/N} - 1]$$

De ahí se calcula el PIB potencial, que es el promedio de las tasa de crecimiento del PIB efectivo. Se hacen dos cálculos: uno que promedia con datos anuales el PIB potencial en el periodo 2003-2013 y otro que muestra el promedio intercensal. Enseguida, para determinar el crecimiento de los componentes de la producción, se utilizó la identidad de la producción del lado de la oferta. Usando como base el planteamiento de Gordon (2014), nosotros planteamos:

$$2 \quad Y = \frac{Y^{PIB}}{Y^c} \times \frac{Y^c}{K} \times \frac{K}{F} \times \frac{F}{L} \times L$$

Endonde:

Y = PIB censal,

K = Capital,

F = Número de empresas

L = Número de trabajadores

Y^c/K = Productividad media del capital,

K/F = Tamaño promedio de las empresas y

F/L = Densidad de las empresas.

El primer término (Y^{PIB}/Y^c), denominado “término puente” (Gordon, 2014), hace posible la comparación entre los censos y sirve para estandarizar las cifras reportadas por el Sistema Nacional de Cuentas Nacionales. Además: Y^c = valor agregado censal bruto (VACB); K = acervo total de activos fijos netos (AFN); F = unidades económicas (UE), y L = personal ocupado total (POT). Por lo tanto, se continuará utilizando esta nomenclatura.

Afirma Gordon (2014) que la identidad es verdadera por definición. Por ello, a través de la identidad de la producción, se obtienen las tasas de crecimiento de los componentes productivos nacionales y de Querétaro, y de ahí se puede hacer un análisis comparativo. Usando tasas de crecimiento como en la ecuación 1 y precios constantes (2008=100), se compararon los periodos censales 1993-1998, 1998-2003, 2003-2008, y 2008-2013. Una propiedad interesante es que la tasa de crecimiento del PIB real se puede descomponer sumando las tasas de los componentes; esto puede afirmarse considerando las propiedades del logaritmo natural y aplicándolas a la expresión 2, de tal manera que:

$$3 \quad (y-k)+(k-f)+ (f-l) + 1$$

Se utilizan letras minúsculas para denotar las nuevas variables de las cuales depende la producción, que son estas tasas de crecimiento.

Resultados y discusión

En la gráfica 1, se muestran las tasas de crecimiento de la economía queretana y la nacional. Se muestran cinco promedios quinquenales de la economía queretana (línea gris), al inicio una dramática caída dada la crisis nacional de 1994, recuperándose para el año 1996 y alcanzando cifras más altas a la pre-crisis, promediando 6.8% para el estado y 3% para el país en el primer quinquenio. También se observa un crecimiento positivo previo a la crisis estadounidense (2004-2007); un periodo de bajo crecimiento (censos 2008-2013) caracterizado por el efecto que tuvo la crisis inmobiliaria; y lo que parece una recuperación de 2013 en adelante, aunque insuficiente en el caso nacional para alcanzar el promedio de 3.4% anterior a la crisis del 2008.

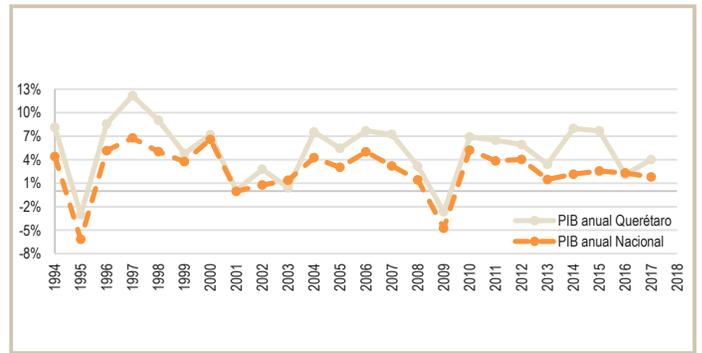
Dada la información presentada en la gráfica 1, se podría esperar que, en el último quinquenio, Querétaro obtenga un valor promedio cercano al 5.4%, muy próximo al PIB potencial histórico que promedió 5.2% los últimos 15 años. Respecto de la economía nacional (línea punteada verde), hay un cambio de tendencia: dos décadas a menor ritmo. El ligero crecimiento del quinquenio es 2.2%, menor a los últimos 15 años, de 2.5%, y al último cuarto de siglo (1993-2017), de 2.7% anual.

El desglose por componentes se muestra a continuación en las gráficas 2 y 3.

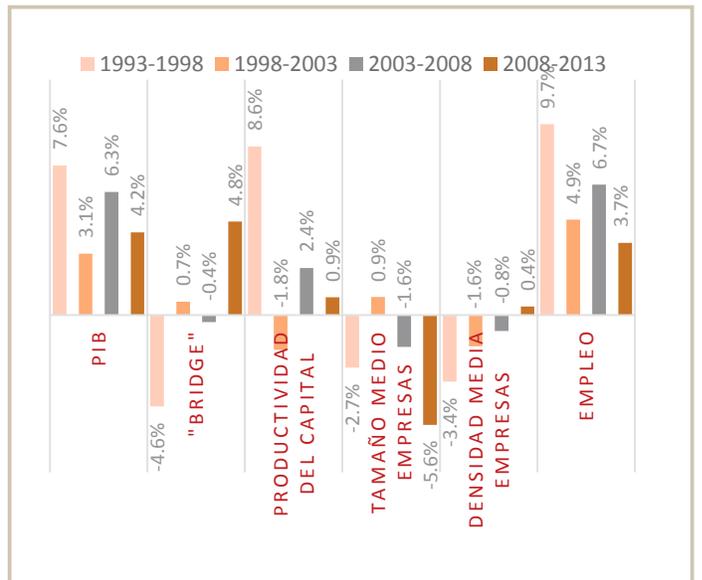
En el quinquenio 2003-2008, las cifras para Querétaro muestran que, cuando el empleo alcanza la cifra del 6.7%, la producción toma el valor del 6.3%; de la misma manera; en el siguiente censo, cuando del empleo se desacelera y llega al 3.7%, la tasa de cambio de la producción también se desacelera, de manera que reporta un 4.2%. El cambio en la tasa de crecimiento de la producción, calculado como: $\Delta y = [g(Y)_t - g(Y)_{t-5}]$,

al igual que los cambios en la tasa de crecimiento del empleo, muestra gráficamente una fuerte correlación (ver gráfica 2). Cuando el empleo se desaceleró en 3 pp ($=3.7\% - 6.7\%$) entre los censos 2003-2008 y 2008-2013, la producción se desaceleró en 2.1 pp.

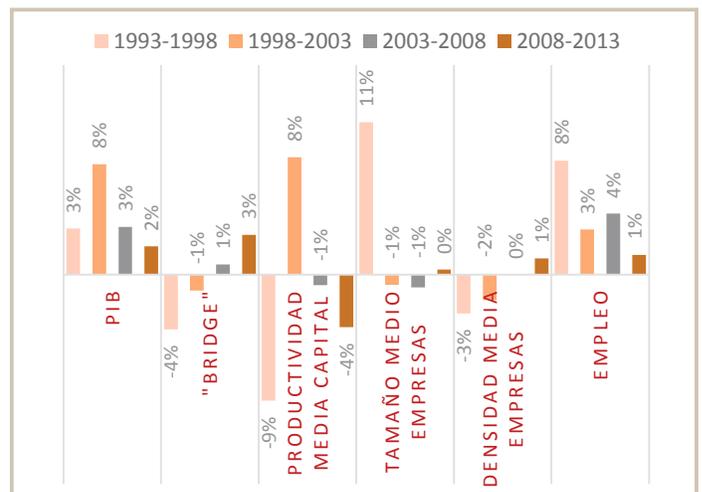
Lo anterior sugiere que el componente del empleo es el más relevante para establecer el cambio de dirección



Gráfica 1: tasa porcentual de crecimiento económico
Fuente: elaboración propia con datos del BIE y del SAIC.



Gráfica 2. Querétaro: tasas de crecimiento de componentes de producción
Fuente: elaboración propia con datos del BIE y del SAIC.



Gráfica 3. Nacional: tasa de crecimiento de componentes de producción
Fuente: elaboración propia con datos del BIE y del SAIC.

del crecimiento de la producción y, por tanto, el de mayor importancia para aproximar el rumbo del crecimiento económico en Querétaro. Usando los datos de la Encuesta de Empleo (ENOE), se prevé un crecimiento adicional de alrededor de +1 pp, que anticiparía una aceleración de la producción a inicios de 2017.

En la economía nacional (gráfica 3), se observa, además de la correlación del empleo, una importante correlación con la productividad del capital. Ambos componentes se desaceleran 3 pp, en tanto que la producción se desacelera 1.4 pp. Una cifra baja en la productividad del capital indica que la producción de una unidad de capital es baja y que, por tanto, el aprovechamiento del capital es bajo o hay un bajo nivel tecnológico del capital. La expectativa en este último quinquenio es que no habrá cambios superiores a +1pp en el empleo ni en la productividad del capital que ocasionen un incremento importante en la producción.

Conclusiones

El alto crecimiento de la economía queretana subyace en el empleo. Las brechas de la producción en Querétaro son pronunciadas (*v. gr.* volátiles), a causa de la variable *empleo*, que puede cambiar en el muy corto plazo. Considerando que una economía más estable —es decir, de menor riesgo— permite a los agentes económicos tomar decisiones más eficientes; se sugiere que las políticas gubernamentales consideren esta estrecha relación para prever e, idealmente controlar, los cambios indeseables de los indicadores económicos.

En cuanto al comportamiento estable de la economía nacional, podría explicarse principalmente por la disminución de la productividad media del capital. La baja productividad media del capital se explicaría *grosso modo* de dos formas: mediante la idea de que el capital no se está aprovechando a su máximo o de que la tecnología existente es insuficiente para lograr valores óptimos de la productividad. En caso que se quisiera aumentar la producción nacional, se requeriría una inversión y modernización tecnológica para hacer más eficiente el uso del capital.

Bibliografía

- Brida JG, Pereyra JS, Puchet M y Risso WA (2013). Regímenes de desempeño económico y dualismo estructural en la dinámica de las entidades federativas de México, 1970-2006. *Economía Mexicana: Nueva Época*, 22(1), pp. 101-149.
- Čaršimamović N, Jankulov I y Smirnov I (2013). Post-crisis potential output in the western Balkans. *South East European Journal of Economics and Business*, 8(1), pp. 20-30.
- Gordon RJ (2014). A new method of estimating potential real GDP growth: implications for the labor market and the debt/GDP ratio. *NBER Working Paper Series*, 20423, pp. 1-28.
- Jones C (2014). *Macroeconomía*. España: Antonio Bosch.
- Mankiw G (2013). *Macroeconomía*, 8ª ed. España: Antoni Bosch.

Este trabajo obtuvo el 3er lugar a nivel nacional en el Congreso Interinstitucional de Jóvenes Investigadores 2017 celebrado en Villahermosa, Tabasco, México

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2017

La muerte como trabajo: una perspectiva laboral dentro de la ciudad de Querétaro

Hilaria Becerril Cándido¹
Andrea Estefanía Silva Llaca²

Resumen

El presente trabajo se desprende de una investigación más extensa para nuestra tesis de titulación en la licenciatura de Antropología Social, llamada *La muerte como trabajo: una perspectiva laboral dentro de la ciudad de Querétaro*. Este texto tiene como temas centrales los conceptos de “trabajo” y “muerte” presentes en las historias de vida de trabajadores del Panteón Municipal Cimatario.

Antecedentes o fundamentación teórica

Desde la tradición antropológica, la muerte ha sido fuertemente estudiada desde sus diversas dimensiones: como ritual (Gómez y Delgado, 2000), como estructura social a partir del deceso (Lull y Picazo, 1989), el proceso de duelo (Caycedo, 2007) y, actualmente, de modo terapéutico, desde la tanatología (Thomas, 1991), por mencionar algunas. La perspectiva laboral es una de las áreas menos abordadas dentro de la disciplina.

Por otro lado, el trabajo, como categoría de análisis, comenzó a ser estudiado por los economistas y, posteriormente, fue fuertemente abordado desde las ciencias sociales, principalmente desde la sociología (Durkheim, 1928). También ha sido abordado desde la perspectiva de diferentes corrientes teóricas, como el marxismo (Marx, 1847) y el funcionalismo (Malinowski, 1935). Dentro de la antropología y otras disciplinas, se han realizado numerosos trabajos;

destacan los que van más relacionados con cultura laboral (Reygadas, 1998), antropología industrial (Nieto, 1994), trabajo y medio ambiente (Riechmann, 2010), trabajo y capital (Braverman, 1974), trabajo informal (Rendón y Salas, 1991) y relaciones laborales (Arteaga y Areous, 1993), entre otros.

En ese sentido, la producción de trabajos que relacionen la muerte con su área laboral es muy escasa; destacan trabajos etnográficos como el de Leticia Matta (2012:133), quien hizo “un estudio sobre el oficio de quienes manejan los cadáveres en los cementerios, de la inhumación a la exhumación, así como reducción de los restos y el acondicionamiento y mantenimiento de los espacios sepulcrales en el Uruguay contemporáneo”.

Descripción del problema

La muerte es una idea compleja y un proceso natural que acompaña al ser humano; es inherente a él. En estricto sentido, desde la medicina, la muerte es un hecho que pone fin a la vida y a sus funciones metabólicas; sin embargo, cuando se reconoce al ser humano como ser social, histórico y afectivo, es preciso extender el entendimiento de la muerte a dimensiones sociales, filosóficas, económicas, laborales, religiosas; es decir, culturales.

Al reconocer la complejidad y las dimensiones de la muerte, es necesario hablar de los actores que están involucrados en su proceso y comprender sus significados culturalmente compartidos, es decir, las relaciones sociales de quienes actúan ante el proceso de la muerte. Considerando a esos actores involucrados, cabría diferenciar, por un lado, a la familia que pasa por el proceso de duelo (tal vez sea la faceta más estudiada por la antropología y la psicología), y por otro lado, a los que podríamos catalogar como “operarios de la muerte”, quienes, siendo externos a la familia, de manera profesional se encargan de realizar todas las actividades relacionadas con la muerte.

Dentro de estos “operarios de la muerte”, es posible identificar a una extensa variedad de actores: médicos forenses, funerarios, embalsamadores, panteoneros o sepultureros, etcétera.

Facultad de Filosofía, licenciatura en Antropología
Universidad Autónoma de Querétaro,

¹aziid324@gmail.com

²estefania.llaca@gmail.com

De este último grupo, su labor consiste en realizar entierros y manejar los cadáveres en los cementerios, desde la inhumación original hasta la exhumación y reducción de los restos, pasando por el acondicionamiento y mantenimiento de los espacios sepulcrales; también se encargan de estar al pendiente de la vigilancia y del cuidado del cementerio o panteón donde trabajan. Se cuentan entre los trabajadores de perfil más bajo y poco conocido (Matta 2012: 135).

Es de nuestro interés mostrar el desempeño específico de los panteoneros porque consideramos que es parte esencial del proceso que se requiere dentro de la muerte. También es importante resaltar el papel cultural que desempeñan estos actores, ya que son trabajos poco comunes que son estereotipados como trabajos sucios que no cualquier persona es capaz de realizar, pero que son realmente necesarios.

Justificación del proyecto

Los resultados de esta investigación, en una manera más amplia, buscarán aportar una tipificación de los diversos trabajos y empleados que el proceso de muerte genera, desde la identificación de los actores que están involucrados hasta la caracterización de cada uno, tomando como estudio de caso a los panteoneros del Panteón Municipal Cimatarío. De esta forma, se propiciará una divulgación de oficios o trabajos que hasta hoy son poco conocidos.

Asimismo, se contribuirá a la desmitificación de los trabajos que están relacionados con el proceso de muerte, a fin de reconocer que no son oficios sucios ni poco deseables. Conocer ideas, imágenes y opiniones que los trabajadores usan para significarse ante la muerte ayudará a comprender la importancia que estos trabajos tienen, su contexto y sus representaciones. Por esta razón, consideramos que es viable el análisis de esta temática particular, que favorecerá el enriquecimiento del conocimiento académico, antropológico y cultural.

Objetivo

Conocer la dimensión laboral, dentro de la ciudad de Querétaro, que el proceso de muerte comprende: *¿A quién emplea la muerte?* Es de nuestro interés observar las relaciones sociales y los significados compartidos entre aquellos que ejercen un trabajo relacionado con

el proceso de muerte; asimismo, cómo es que la vida cotidiana de esos actores se estructura en relación con su trabajo, con el fin de comprender a profundidad las expresiones culturales y económicas que devienen de esta actividad en particular.

Metodología

El trabajo de investigación presentado hasta el momento exige una metodología que privilegia técnicas de orden cualitativo, a través de las cuales se muestran los objetivos propuestos. En ese sentido nos hemos valido del método etnográfico y de la técnica de la historia de vida por las posibilidades que estas herramientas nos proveen para el desarrollo de una investigación de tales características.

Del método etnográfico hemos tomado diversas técnicas que nos ayudan a tener una visión más amplia del contexto social, espacial y temporal de nuestros interlocutores. Algunas de estas técnicas son:

- Recorrido de área y descripción etnográfica de los lugares seleccionados para la elaboración de esta investigación centrada en el panteón municipal.
- Entrevistas estructuradas que nos permitan crear la caracterización de un perfil del operario de la muerte. Esta herramienta también nos permitirá ubicar a los posibles actores clave para dar seguimiento a profundidad.
- Entrevistas a profundidad a los actores clave que nos permitan penetrar en la percepción, intereses y motivaciones que tiene el operario de la muerte en relación con su trabajo.
- Observación descriptiva, que será utilizada para registrar cada una de las diversas actividades que sean realizadas por los diferentes actores sociales en su contexto laboral.

De la disciplina de la historia oral hemos tomado la historia de vida porque, como bien apuntan Yolanda Puyana y Juanita Barreto (1994), es una estrategia de la investigación que genera versiones alternativas de la historia social a partir de la reconstrucción de las experiencias personales; son de gran utilidad para el estudio de los hechos sociales y sirven como fuente primaria de los estudios de caso. Este tipo de estrategia tiene un enfoque biográfico en el cual “cobra sentido la utilización del relato de vida” (Cornejo, Mendoza y Rojas, 2008:30).

Si bien las historias de vida no son tomadas en cuenta

por la historia social “oficial”, proveen múltiples elementos que son esenciales para la comprensión de las dinámicas individuales en interacción con el entorno histórico-social (Puyana y Barreto, 1994). En ese sentido, “se revelan diversas facetas de la vida personal, familiar y social que no logran ser detectadas por otros recursos de investigación” (Puyana y Barreto, 1994). Los testimonios que estos proporcionen servirán como fuente documental que ayudará a la comprensión de la concepción que tienen las personas, en este caso en particular, del trabajo.

Resultados

Dos historias de vida laboral de trabajadores del Panteón Municipal Cimatario demuestran que el trabajo dentro del panteón donde se desempeñan representa una alternativa laboral no formal para aquellas personas que, por diversas circunstancias, no pueden emplearse dentro de otros sectores laborales.

Conclusiones

Dentro de la tradición antropológica, existe poco interés sobre el sector laboral de la muerte, ya que la mayoría de los trabajos se enfocan más en el carácter ritual de la misma; debido a lo anterior, es importante el análisis de dicha dimensión laboral y de las subjetividades que comprende. A través de esta investigación, se ha demostrado que es posible dicho análisis a partir de métodos y técnicas antropológicas, como la historia de vida; de este modo, hemos aminorado la brecha que existe entre investigador e interlocutores. Las experiencias y percepciones laborales de nuestros interlocutores son el objetivo mismo de nuestra investigación.

Referencias bibliográficas

- Arteaga Ay Areous GIB (1993). *Proceso de trabajo y relaciones laborales en la industria automotriz en México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa.
- Braverman H (1974). *Trabajo monopolista y capital*. Argentina: Losada.
- Caycedo Bustos ML (2007). La muerte en la cultura occidental: antropología de la muerte. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 36(2), 332-339.
- Cornejo M., Mendoza F., Rojas R. C. (2008) La investigación con relatos de vida: pistas y opciones del diseño metodológico. *PSYKHE*, 29-39.
- Durkheim E (1928). *La división del trabajo social*, trad. de Carlos G. Posada. España.
- Lull V y Picazo M (1989). Arqueología de la muerte y estructura social. *Archivo Español de Arqueología*, 62(159), 5-20.
- MA Gómez y JA Delgado (2000). *Ritos y mitos de la muerte en México y otras culturas*. México: Grupo Editorial Tomo.
- Malinowski B (1977). *El cultivo de la tierra y los ritos agrícolas en las Islas Trobriand*.
- Marx K (1867). *El capital*, trad. de W. Roces. México: Fondo de Cultura Económica.
- Matta L (2012). El oficio de sepulturero. Etnografía. *Anuario de Antropología Social y Cultural en Uruguay*, 133-146.
- Nieto R (1994). Antropología del trabajo industrial. *Sociología del Trabajo*, (22), 29-46.
- Puyana Y, Barreto J (1994). La historia de vida. *Maguaré*, pp. 187-196.
- Reygadas L (1998). *Mercado y sociedad civil en la fábrica*. Tesis de doctorado. México: Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa.
- Riechmann J (2010). El trabajo como dimensión antropológica (y como mediación entre la naturaleza y sociedad). *Ecología Política*, (40), 22-34.
- Thomas LV (1991). *Antropología de la muerte*. España: Ediciones Paidós.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 18 de noviembre de 2017

Proyectos de aprendizaje-servicio como estrategia pedagógica para favorecer la construcción del sentido de comunidad: experiencia en una secundaria en El Marqués, Querétaro

Alejandra Lorena Valdez Pérez*, Azucena de la Concepción Ochoa Cervantes y Luis Manuel Pérez Galván

Resumen

Los centros educativos son a menudo lugares de encuentro de personas con diferencias en muchos sentidos. Es en la escuela donde podemos llevar a cabo una serie de propuestas metodológicas para ayudar a formar un sentido de comunidad y participación en los alumnos y docentes que la integran. Una propuesta de estas metodologías son los proyectos de aprendizaje-servicio (APS).

Antecedentes o fundamentación teórica

El sentido de comunidad implica un sentimiento de pertenencia, de implicación personal, integración y satisfacción de necesidades; es la conexión y la participación entre las personas que integran la comunidad o el vecindario (Vidal et al. 2013; Hombrados, 2010; Jariago, 1979; Montero, 2004). Desarrollar un sentido de comunidad da, a los habitantes de un espacio determinado, una conciencia sobre estar formando parte en la resolución de los problemas comunes (Hombrados, 2010). Por otra parte, ciertas dimensiones del sentido de comunidad

ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas de determinada localidad o comunidad (Hombrados y López, 2014).

En el caso concreto de nuestro país, son pocos los esfuerzos realizados por dar un seguimiento sistematizado de los proyectos APS que son llevados a cabo en educación básica en nuestro contexto. Los registros que se tienen han sido llevados a cabo por alumnos de la maestría en Educación para la Ciudadanía, del Observatorio de Convivencia Escolar de la Universidad Autónoma de Querétaro (Pérez, 2016; Morales, 2017; Castro, 2017).

Descripción del problema

La inseguridad y la falta de oportunidades en nuestro país han hecho, de ciudades como Guanajuato, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Ciudad de México y el mismo Estado de México, lugares en los que las personas ya no cuentan con la oportunidad de un empleo o la posibilidad de ver crecer a sus familias de forma segura. Estos dos motivos, principalmente, son los que hacen que, en los últimos años, se haya experimentado en nuestro país una creciente migración interna. El destino ya no es la Ciudad de México, sino una pequeña ciudad muy cercana: Querétaro. Dentro de este estado, las personas migrantes optan, en la mayoría de los casos, por zonas en donde encuentran una fuente de empleo; tal es el caso del municipio de El Marqués, en el que se ubica un parque industrial y la escuela secundaria Carlos Fuentes, que es la institución educativa en donde se desarrolla este trabajo.

Una de las características principales de los alumnos de esta escuela es la diversidad de sus lugares de origen; sin embargo, en la práctica escolar, es obviada por la institución y los docentes que la conforman, pues no se observan estrategias o actividades que tiendan a impulsar la participación y la integración para que el ambiente escolar mejore y los estudiantes desarrollen un sentimiento de pertenencia a la comunidad.

Una alternativa para impulsar la participación y el sentido de comunidad son los proyectos de aprendizaje-servicio (APS). Por lo tanto, el objetivo de la investigación es determinar si es posible construir un sentido de comunidad a partir de la implementación de un proyecto APS.

Justificación del proyecto

La implementación de un proyecto APS en esta secundaria traerá beneficios en diversos sentidos. En primer lugar, se daría respuesta a una necesidad que planteaban las autoridades educativas al inicio del proyecto, en relación con los problemas de conducta registrados en el grupo; por otro lado, es una forma de desarrollar una posible solución a los problemas sociales que se presentan en la localidad de El Marqués. Finalmente, es una forma de impulsar los proyectos APS en las escuelas del estado como parte de los esfuerzos realizados por el Observatorio de Convivencia Escolar de la UAQ.

Hipótesis

Los proyectos APS son una estrategia metodológica participativa que pone en juego dos componentes importantes: el servicio comunitario y el aprendizaje curricular. Si se parte de que la necesidad que se piensa solucionar surge de una realidad demarcada por un contexto específico determinado por un lugar geográfico, hay una posibilidad de que, al pensar en satisfacer esta necesidad, los participantes del proyecto comiencen a pensar “en comunidad” y se genere en ellos un sentido de pertenencia que los mueva, también, hacia la formación de un sentido de comunidad que se pueda expandir hacia el resto de la localidad para mejorar el ambiente escolar en particular y su calidad de vida en general.

Objetivos

General

Analizar si es posible desarrollar, en los alumnos de 2ºB de la escuela secundaria Carlos Fuentes, del municipio de El Marqués, un sentido de comunidad mediante la implementación de un proyecto de aprendizaje-servicio.

Específicos

1. Determinar si hay cambios en la forma de relacionarse entre los alumnos a partir de la implementación de un proyecto APS.
2. Determinar si los cambios que se generan en la dinámica grupal contribuyen a la creación de un sentido de comunidad.

Metodología

La metodología que se propone para la realización de este trabajo es la investigación-acción participativa, que sirve para diagnosticar, intervenir y evaluar los procesos psicosociales que salvaguarda el protagonismo de los participantes. En este tipo de metodología, se busca investigar una realidad para transformarla (Durstun y Miranda, 2002).

La investigación se lleva a cabo en la escuela secundaria general Carlos Fuentes, ubicada en la colonia La Piedad del municipio de El Marqués, estado de Querétaro, México. Es una escuela pública de muy reciente apertura; por esta razón, cuenta únicamente con el turno matutino. Los participantes son un grupo de 38 alumnos: 20 del sexo femenino y 18 del sexo masculino, con un promedio de edad de 13 años, todos ellos pertenecientes al grupo 2º B. Además de los estudiantes, se contó con el apoyo de los directivos de la institución, así como de prefectos y docentes.

Los proyectos APS cuentan con una metodología propia compuesta por tres etapas: 1) diagnóstico y planificación; 2) ejecución; 3) cierre y evaluación (CLAYSS, s/f). Esta propuesta de modelo está siendo replicada actualmente en el grupo mencionado.

Resultados preliminares y discusión

Como ya se ha mencionado, la metodología como la propone CLAYSS (s/f) está siendo llevada a cabo actualmente por el grupo de la secundaria Carlos Fuentes.

De las etapas que han sido completadas por el grupo de 2º B, se han encontrado los resultados que se mencionan a continuación.

• Motivación y diagnóstico

Se llevó a cabo en tres sesiones. Entre las necesidades que el grupo detectó, estaban el poner/cambiar botes de basura, poner cortinas en los salones, mejorar la limpieza de la escuela, plantar árboles, poner jardineras, construir una cancha, implementar talleres, mejorar el mobiliario.

• Diseño y planeación

Después de las propuestas iniciales, se redujo la lista a las siguientes actividades: construcción de una cancha, construir áreas verdes, implementar talleres y construir un arco-techo y un skate park. Después de una votación, el grupo llegó a la conclusión de que el proyecto se iba a centrar en la implementación de talleres de cocina, carpintería y artes manuales.

Dentro de la planeación, el grupo logró nombrar su proyecto, plantearse los objetivos y buscar los materiales necesarios para la creación de dichos talleres. También se buscó la vinculación con otras instituciones para la creación de estos talleres.

Conclusiones preliminares

Actualmente el proyecto se encuentra aún en curso; sin embargo, sí se ha formado en los alumnos la conciencia de las problemáticas que los rodean y han dado el primer paso hacia la solución de una necesidad del mismo grupo.

Referencias

- Castro Puga J (2017). Formación de valores para la convivencia democrática mediante el desarrollo de la participación infantil: un proyecto de aprendizaje basado en el servicio en una escuela de educación primaria. Tesis para obtener el grado de maestro en Educación para la Ciudadanía.
- Durston J y Miranda F (2002). *Experiencias y metodología de la investigación participativa*. Chile: Naciones Unidas, CEPAL, División de Desarrollo Social.
- Hombrados-Mendieta I y López-Espigares T (2014). Dimensiones del sentido de comunidad que predicen la calidad de vida residencial en barrios con diferentes posiciones socioeconómicas. *Psychosocial Intervention* (23), 159-167.
- Vidal T, Berroeta H, de Masso A, Valera S Perú M (2013). Apego al lugar, identidad de lugar, sentido de comunidad y participación en un contexto de renovación urbana. *Estudios de Psicología*, vol. 34, núm. 3, pp. 275-286.
- Hombrados-Mendieta I (2010). Calidad de vida y sentido de comunidad en la ciudad. *Uciencia*, pp. 38-41.
- Maya-Jariego I (1979). Sentido de comunidad y potenciación comunitaria. *Apuntes de Psicología*, vol. 22, núm. 2, pp. 187-211.
- Montero M (2004). Introducción a la psicología comunitaria. Desarrollo, conceptos y procesos. Argentina: Editorial Paidós.
- Morales L (2017) Sentidos de comunidad y participación de las y los adolescentes: una experiencia de aprendizaje servicio en el bachillerato. Tesis para obtener el grado de maestría en Educación para la Ciudadanía. México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Pérez LM (2016). La participación infantil como elemento fundamental de la convivencia democrática: una experiencia de aprendizaje-servicio en educación secundaria. Tesis para obtener el grado de maestría en Educación para la Ciudadanía. México: Universidad Autónoma de Querétaro.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

El significado de la participación en asociaciones vecinales de la ciudad de Querétaro, ¿hacia una ciudadanía activa?

Análisis de prácticas y discursos

Marisol Sánchez Pérez¹:
Martha Gloria Morales Garza²

Resumen

El objetivo de esta investigación es comprender el significado que los individuos atribuyen a su participación o no participación en asociaciones vecinales de la ciudad de Querétaro; a través del discurso y prácticas específicas, se analizará si abonan a una ciudadanía activa o participativa. Se adoptará una metodología de estudio de caso a profundidad, que incluirá seis casos, los cuales serán elegidos de manera aleatoria a partir de bases de datos proporcionadas por instituciones públicas de la Ciudad de Querétaro. Los criterios de selección se determinarán por el tipo de asentamiento (colonias irregulares y regulares, fraccionamientos, barrios, condominios), así como por la existencia de asociaciones vecinales. Se realizarán visitas de carácter etnográfico a las colonias seleccionadas para analizar el contexto. Se procederá a la búsqueda de informantes clave, puesto que la investigación adoptará una perspectiva cualitativa a partir de la elaboración de entrevistas que favorezcan la narrativa, para comprender el significado. La investigación se encuentra en la fase de trabajo de campo, por lo que aún no hay resultados ni se pueden formular conclusiones; sin embargo, lo que se espera

FCPyS- Maestría en Ciencias Sociales ,Universidad Autónoma de Querétaro–.

¹marysanchezperez@hotmail.com

²Investigadora asesora

es que, conforme las personas hablen de su experiencia de participación o no participación, se procederá a una categorización general de las prácticas y los discursos que intervienen en el significado que los individuos manifiestan (explícita o implícitamente) en torno a su involucramiento o falta de él en las asociaciones vecinales; de tal manera, se analizará si dichos significados se acercan o se alejan del concepto de *ciudadanía activa*.

Antecedentes o fundamentación teórica

Se consideran puntos de partida las obras de Patricia Safa y Juan Manuel Ramírez (2010)¹ y de Héctor Tejera Gaona (2015)², debido a que aportan elementos relevantes para el estudio de las organizaciones vecinales vinculadas a la participación, la ciudadanía y la democracia, como los que se mencionan a continuación:

- La participación se da primordialmente para la dotación o gestión de servicios públicos y de infraestructura; es mayor en momentos de coyuntura.
- En muchas ocasiones, la participación está supeditada por las relaciones clientelares con algún partido político o líder carismático.
- Existe una participación diferenciada de acuerdo con el tipo de asentamiento y nivel socioeconómico, así como entre hombres y mujeres.

Dado lo anterior, ¿cómo se puede indagar hasta qué punto los ciudadanos, cuando participan (o no), lo hacen en función de “ser democráticos”, “solidarios” o “participativos”? No lo sabemos; por ello, es pertinente analizar el significado que le dan las personas a esta acción, a partir del análisis de sus prácticas y discursos.

Por significado de la acción se entiende lo siguiente:

Un sistema de coordinación social que está entrelazado con las normas y las instituciones, ligado a las acciones y comportamientos, pero no reducible ni a unos ni a

¹Lo que analiza la obra es la forma en la que actúan y se organizan, desde adentro, las organizaciones vecinales de la ciudad de Zapopan (Jalisco), frente a un proyecto empresarial que ocasionaría múltiples inconvenientes a los habitantes del lugar, y cómo gestionan ante ámbitos gubernamentales su inconformidad.

²Su obra *Participación ciudadana y estructura política en la Ciudad de México*, aborda el análisis de las relaciones políticas entre autoridades gubernamentales y partidos políticos con las organizaciones vecinales de base, mediante las vías institucionales.

otros. Las acciones que realizan un colectivo o un individuo están cargadas de sentido, pero este sentido es distinto de la acción efectuada. El actor puede ofrecer una justificación de sus actos y detallar los motivos y los propósitos de su acción (Tejera y Castro, 2009:87).

Entonces, el significado se expresa en el campo de las relaciones y prácticas políticas, donde el discurso es un medio por el cual los individuos expresan sus prácticas, las cuales contienen —explícita o implícitamente— pautas de acción e interpretaciones sobre la realidad del actor mismo y de otros.

Descripción del problema

El análisis se centra en las colonias de la capital queretana, al considerarlas un espacio más cercano a los individuos en términos de territorio, cotidianidad y problemáticas comunes. En los ámbitos nacional y estatal, existen estudios serios en torno a la participación, la cultura política y las prácticas y actitudes de la ciudadanía en contextos democráticos. De ellos, se desprenden algunas conclusiones:

- Los ciudadanos en México no son plenamente democráticos, sino una mezcla de democracia con adjetivos (Sarsfield y Schedler, 2009).
- En la sociedad queretana, prevalecen prácticas de mantenimiento del orden, sin grandes cambios aparentes, con una tendencia hacia el consenso (Díaz, 2011).
- “Esta coexistencia, aunque paradójica (de actores premodernos, modernos y postmodernos en Querétaro), no genera conflictos mayores ni polarizaciones” (Morales y Fernández, 2014:84).

Dichas afirmaciones permiten evidenciar que “algo pasa”, puesto que, aunque nos regimos por una democracia, en la práctica prevalecen actitudes no democráticas, así como un bajo nivel de organización de la sociedad civil.

Justificación del proyecto

Históricamente, Querétaro se ha caracterizado por ser un estado políticamente inactivo y por conservar la paz social, características que la visibilizan como una sociedad conservadora, poco participativa y progresista en aspectos económicos. Ello no significa

que los queretanos no se involucren en diversas organizaciones³, pero esta integración no significa necesariamente una activa participación política que abone a una mayor conciencia colectiva de ciudadanía. Es decir, las investigaciones citadas sólo afirman una heterogeneidad de tipos de actores en un contexto democrático, pero no profundizan en cuestiones importantes: ¿Por qué los ciudadanos no son plenamente postmodernos, plenamente democráticos, plenamente participativos? ¿Qué significado le atribuyen a sus acciones? Es decir, no entran al entramado de la significación y esto es justamente lo que se indagará en esta investigación.

Hipótesis

En las organizaciones vecinales la participación está relacionada con el tipo de asentamiento y el nivel socioeconómico de las colonias. También existe una participación diferenciada entre hombres y mujeres y respecto al nivel de involucramiento de acuerdo con un perfil específico dentro de las mismas (miembros dirigentes, participantes y no participantes).

Objetivo

Comprender el significado que los individuos atribuyen a su participación o no participación en asociaciones vecinales de la Ciudad de Querétaro, a través del discurso y prácticas específicas, para analizar si abonan a una ciudadanía activa o participativa.

Metodología

Esta investigación sigue el método del estudio de caso a profundidad⁴. La elección de los casos se determinará de manera aleatoria⁵ con base en los siguientes criterios:

1. Tipo de asentamiento urbano, distinguiendo entre asentamientos irregulares, fraccionamientos, condominios, barrios y colonias⁶.
2. Existencia de registro de comités de participación vecinal o asociaciones vecinales.

³Como asociaciones religiosas, civiles, deportivas, sociales, etcétera.

⁴Que, a su vez, estudiará seis casos particulares.

⁵A partir de bases de datos proporcionadas por diversas instituciones públicas o privadas de la Ciudad de Querétaro.

⁶De acuerdo con la clasificación que se hace en el Código Urbano de Querétaro.

3. Variabilidad socioeconómica en los asentamientos que cumplan con los dos primeros criterios: nivel de recursos bajo, medio y alto.

Posteriormente, se procederá a identificar a informantes clave⁷, que pueden ser o no vecinos de la colonia⁸. De cada uno de los casos elegidos, se elaborará una descripción etnográfica para una mejor comprensión del contexto en que se desarrolla la investigación. Dentro de cada territorio, deberá considerarse entrevistar a un promedio de 6 a 8 ciudadanos⁹ que representen las distintas facetas de participación¹⁰. La investigación tomará un carácter cualitativo, de acuerdo con la naturaleza misma del problema que se pretende investigar; por lo tanto, se usarán técnicas de recolección de datos que correspondan con dicho enfoque (observación no participante y entrevistas semiestructuradas). El criterio para determinar el número de entrevistados es el de saturación de la información.

Resultados y discusión

Conforme las personas expresen su experiencia de participación o no participación en asociaciones vecinales, se procederá a una categorización general de las prácticas y los discursos que intervienen en esta acción. Para analizar el significado que confieren los individuos a su participación, es determinante analizar los conceptos que le dan sentido a dicho

comportamiento social¹¹.

Conclusiones

La investigación se encuentra en la fase de trabajo de campo, por lo que aún no se pueden formular conclusiones; sin embargo, lo que se espera es que, conforme las personas hablen de su experiencia, se proceda a una categorización general de las prácticas y los discursos que intervienen en el significado de la participación o falta de ella; de tal forma, se analizará si se acerca o se aleja del concepto de ciudadanía activa.

Referencias bibliográficas

- Díaz A (2011). *La paz y sus sombras. Cultura política en el estado de Querétaro*. México: UAQ, Porrúa.
- Morales M y Fernández L. (2014). *Democracia, modernidad y actores sociales en Querétaro*. México: El Colegio Mexiquense.
- Ramírez J y Safa P (2010). *Metrópolis, asociaciones vecinales y megaproyectos urbanos: el caso de Jardines del Sol y la Ciudadela en Zapopan*. México: ITESO.
- Sarsfield R y Schedler A (2009). Demócratas iliberales. Configuraciones contradictorias de apoyo a la democracia en México. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, vol. XV, núm. 44, pp. 123-156.
- Tejera H y Castro P (2009). *Teoría y metodología para el estudio de la cultura política y el poder*. México: UAM.
- (2015). *Participación ciudadana y estructura política en la Ciudad de México*. México: UAM y Gedisa.

⁷Participantes y no participantes en las asociaciones vecinales.

⁸Se considera pertinente entrevistar a expertos o investigadores que, dado el caso, hayan realizado alguna investigación importante en el contexto a analizar, con la finalidad de obtener información relevante sobre el espacio geográfico a analizar.

⁹Cuidando que haya una paridad numérica en cuanto al género (hombre, mujer) en el total de entrevistados.

¹⁰Lo que representa que, en total para este estudio, se tendría una población considerada a ser entrevistada de por lo menos 36 personas, aunque esta cifra puede aumentar en función de la disposición de los miembros de las colonias o las asociaciones vecinales para ser entrevistados.

¹¹De acuerdo con Tejera (2015:4-16), el significado puede percibirse en convicciones, valores, conductas, referencia a normas o instituciones, participación colectiva o individual.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2017

Arquitectura para el análisis en tiempo real de expresión escrita de estudiantes universitarios empleando técnicas de lenguaje natural.

Karla Barragán Ochoa¹
Ma. Teresa García Ramírez²

Resumen

Estamos en la era de la comunicación y la información. Las tecnologías han provocado un cambio en las formas de comunicación entre las personas; prueba de ello es la gran publicación de ideas y opiniones a través de internet, principalmente a través de las redes sociales. La inteligencia artificial se enfoca en lograr la comprensión de entidades inteligentes a partir del conocimiento de los propios seres humanos; sus esfuerzos están encaminados hacia la adquisición de conocimiento y la comprensión de situaciones determinadas, como es el caso de las emociones expresadas por los participantes de las redes sociales. Para obtener una percepción global de la información vertida por los usuarios, se requiere del procesamiento de lenguaje natural, así como de algoritmos para el análisis de sentimientos aplicado a textos extraídos de las redes; por lo tanto, uno de los principales retos para el análisis de la información en redes sociales es procesar el lenguaje natural para conocer el sentimiento que desea transmitir la persona que escribe. La tarea principal del análisis de sentimientos es extraer información subjetiva de opiniones y clasificarlas como positivas o negativas, de acuerdo

con el sentimiento predominante en el mensaje. Con la disponibilidad de grandes cantidades de opiniones generadas por usuarios en la red, el análisis de sentimientos se ha utilizado para detectar tendencias en las opiniones públicas de los medios sociales con diferentes propósitos (moda, elecciones políticas, etcétera). Toda la información vertida en estos medios sociales puede ser analizada para conocer qué tanto se involucran los sentimientos en la interacción entre jóvenes.

Antecedentes

Los esfuerzos de la inteligencia artificial (IA) se enfocan en lograr la comprensión de entidades inteligentes; por ello, una de las razones de su estudio y análisis es aprender acerca de los propios seres humanos. Los esfuerzos de la IA están encaminados tanto a la construcción de entidades inteligentes como a su comprensión (Ponce Cruz, 2010).

Para poder hablar de procesamiento de lenguaje natural, primero se tiene que hablar de lenguaje natural y todo lo que conlleva. El lenguaje natural se entiende como el lenguaje escrito y hablado con el simple propósito de que exista comunicación entre una o varias personas; es más directo para expresar lo que se quiere comunicar al tener términos con un solo significado. La comunicación es muy importante dentro del lenguaje natural, ya que, en ese proceso, se involucra la transmisión y recepción de información. Es necesario poder generar oraciones comprensibles en lenguaje natural para lograr la comunicación en una sociedad compleja (Rusell y Norving, 2004).

Descripción del problema

La información vertida en las redes sociales expresa normalmente emociones de las personas en lenguaje natural, lo cual complica el análisis de la información mediante el uso de lenguajes formales, que es como procesan generalmente las computadoras actuales; por lo tanto, uno de los principales retos para el análisis de la información en redes sociales es procesar el lenguaje natural para conocer el sentimiento que desea transmitir la persona que escribe.

Justificación del proyecto

El análisis de sentimientos aplicado a textos extraídos de los medios sociales puede ofrecer una percepción

¹oniyuri.0493@gmail.com

²Asesora

Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro

global de la aceptación o el rechazo a productos o servicios, entre otras cosas. Las redes sociales son un tema de actualidad e interés desde diferentes ámbitos, ya sea social, comercial o educativo; dada su gran popularidad, se pueden utilizar como herramientas para un sinnúmero de posibilidades, pues los usuarios están integrados a ellas. La información obtenida de un análisis eficiente o suficientemente confiable puede ser usada para la toma de decisiones importantes, tanto por individuos como por organizaciones (Pérez y Araujo, 2016).

Hipótesis

Con el análisis de sentimientos, se puede definir el interés de los alumnos sobre temas de su importancia. Este análisis se puede utilizar para representar la información de los mensajes escritos, a fin de hacer una representación de lo que el alumno en ese momento quiere transmitir a través de su mensaje.

Objetivos

General

Investigar, analizar y desarrollar una arquitectura de procesamiento de lenguaje natural para la clasificación de textos cortos (140 caracteres o menos), a partir de la identificación y extracción de información subjetiva, como sentimientos, opiniones y emociones; todo ello mostrado a través de un dashboard, con ayuda del análisis de sentimientos y comunicación síncrona.

Particular

Proponer y diseñar artefactos que nos permitan hacer un análisis en tiempo real de temas, conversaciones y sentimientos entre las conversaciones de los estudiantes.

Metodología

De acuerdo con los objetivos de la investigación, se consideró apropiado utilizar la metodología de investigación basada en diseño (IBD); en inglés, *design-based research* (DBR).

La metodología basada en diseño es similar a la ingeniería de *software*, la cual sigue una serie de procesos para tener un producto final:

- Análisis
- Diseño
- Desarrollo
- Implementación

La investigación inicia con el análisis de la situación y la definición del problema. Las posibles soluciones se diseñan a partir de un marco teórico de referencia; de ahí la importancia de la evaluación y la revisión, que inciden tanto en la fundamentación teórica como sobre los puntos positivos y negativos de la propuesta de solución. La fase siguiente consiste en la implementación, seguida de la evaluación; esta última se lleva a cabo a lo largo de todo el proceso. El proceso de investigación se concreta mediante ciclos continuos de diseño, validación, análisis y rediseño; de tal forma, las diferentes iteraciones conducen a la mejora del cuerpo teórico y al perfeccionamiento de la solución propuesta.

Dentro de la investigación, se realiza una revisión del estado del arte sobre los diferentes aspectos de la inteligencia artificial, concretamente sobre el lenguaje de procesamiento natural y análisis de sentimientos, a fin de poder definir los componentes para la implementación de la arquitectura. Algunos de los componentes a considerar son los siguientes:

- Una arquitectura
- Un algoritmo de procesamiento natural
- Una forma de almacenamiento
- Un *dashboard* que permita mostrar datos relevantes sobre las conversaciones de los estudiantes

Una vez definidos estos componentes, se diseñarán pruebas para evaluar cada uno de los elementos, con el propósito de observar el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Resultados y discusión

Se espera que los resultados de esta investigación deriven en una aplicación (sistema), que será implementada dentro de la Facultad de Informática. En ella, el alumno podrá expresarse sobre diferentes temas y, a partir de ahí, podrá conocerse el interés y los

sentimientos que quiere transmitir a través de su mensaje escrito.

Conclusiones

La información vertida en las redes sociales expresa, normalmente, emociones de las personas en lenguaje natural, lo cual complica el análisis de la información mediante el uso de lenguajes formales, que es como procesan generalmente las computadoras actuales. Por lo tanto, se requiere de algoritmos que permitan el procesamiento de lenguaje natural; con ello, se obtendrá información que permitirá conocer el sentimiento que desea transmitir la persona que escribe su mensaje en las redes sociales.

Referencias bibliográficas

- Dubiau L (octubre de 2013). Procesamiento de lenguaje natural en sistemas de análisis de sentimientos. Tesis de grado de ingeniería en Informática. Argentina.
- Ponce P (2010). Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería. México: Alfaomega.
- Russell SJ y Norving P (2004). Inteligencia artificial: un enfoque moderno, vol. 2. España: Pearson Educación.
- Benavides P (2007). Procesamiento de lenguaje natural en la recuperación de información. Colombia: Universidad de la Salle.
- Islas Torres y Carranza M (2011). Uso de las redes sociales como estrategias de aprendizaje. ¿Transformación educativa? México: Universidad de Guadalajara.
- Pérez S y Araujo M (mayo de 2016). Análisis de sentimientos. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Confrey J (2005). The evolution of design studies as methodology. En: Keith Sawyer (ed.). The Cambridge book of the learning sciences. Reino Unido: Cambridge University Press, pp. 135-152.
- De Benito B y Salinas JM (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE), núm. 0, pp. 44-59.
- Wang F y Hannafin MJ (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. Educational Technology Research and Development, 53(4), 5-23.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Derechos fundamentales de los seres vivos y el ambiente

Federico Rodríguez Peñaguirre¹
Alina del Carmen Nettel Barrera²

Resumen

La presente ponencia es el resultado de una investigación realizada dentro de los estudios de la maestría en derecho. Tiene como objetivo dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿La ciencia del Derecho es exclusiva del ser humano o lo es también de todos los seres vivos? ¿Los derechos fundamentales deben de ser propios y exclusivos del ser humano o también pertenecen a los demás seres vivos, incluso al mundo? ¿La justicia sólo debe comprender los derechos fundamentales del ser humano o debe también comprender los derechos fundamentales de los demás seres vivos y del mundo mismo? ¿Qué papel desempeña el ser humano en relación con el derecho, los demás seres vivos y el mundo?

Antecedentes

Ferrajoli sostiene que existen tres respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son los derechos fundamentales? En su primera respuesta, con base en la teoría del derecho, en un plano teórico-jurídico, plantea que son: “Derechos que están adscritos universalmente a todos en cuanto a personas, o en cuanto a ciudadanos o personas con capacidad de obrar, y que son por tanto indisponibles e inalienables”.¹

Con base en lo anterior, se comparte la idea de que los derechos fundamentales, en efecto, son derechos que están adscritos universalmente a todos, pero no sólo en cuanto a personas, sino a todos los seres vivos, incluso al mundo.

En su segunda respuesta, Ferrajoli nos dice que, a través de la dogmática constitucional o internacional —es decir, el derecho positivo—, son derechos fundamentales aquellos que están establecidos en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, en los Pactos Internacionales de 1966 y en las demás convenciones internacionales sobre los derechos humanos”.²

En relación con esto, resta decir que la declaración, los pactos y las convenciones contemplan sólo a los humanos como entes sujetos de derechos fundamentales; faltaría incluir a los demás seres vivos y al mundo, lo que conllevaría a un total replanteamiento para lograr la funcionalidad dentro del derecho positivo.

Por último, en su tercera respuesta, formulada desde la filosofía política, Ferrajoli se refiere a los derechos que deben ser garantizados como fundamentales, lo cual puede ser enunciado desde tres criterios axiológicos. El primero se refiere al nexo entre derechos fundamentales y paz; nos detalla que los derechos fundamentales son aquellos cuya garantía es una condición necesaria para la paz, como el derecho a la vida y a la integridad personal, los derechos civiles y políticos, los derechos de libertad, pero también los derechos sociales para la supervivencia.

El segundo criterio es el nexo entre derechos fundamentales e igualdad; en este sentido, la igualdad es, en primer lugar, igualdad en los derechos de libertad, que garantizan el igual valor de todas las diferencias personales, como son: nacionalidad, sexo, lengua, religión, opinión política o ideológica, etnia —y, por tanto, cultura o raza— y condiciones personales y sociales. Sobre esto último, argumenta que son precisamente estas diferencias las que hacen de un individuo un ser único; asimismo, el hecho de ser único es lo que lo hace ser igual a todos los demás individuos. En segundo lugar, la igualdad se refiere a los derechos sociales, que garantizan la reducción de las desigualdades económicas y sociales.

El tercer criterio hace mención de los derechos fundamentales como leyes del más débil: “Todos los

Facultad de Derecho, Universidad Autónoma de Querétaro
fedex4952@hotmail.com

²Asesora

¹Luigi Ferrajoli (2008). *Democracia y garantismo*. España: Trotta, p. 42.

²*Ibidem*, p. 43.

derechos fundamentales son leyes del más débil como alternativa a la ley del más fuerte, que regiría en su ausencia”.³ En relación con ello, menciona algunos ejemplos: “En primer lugar, el derecho a la vida contra la ley de quién es más fuerte físicamente; en segundo, lugar los derechos de inmunidad y de libertad contra el arbitrio de quién es más fuerte políticamente; en tercer lugar, los derechos sociales que son derechos a la supervivencia contra la ley de quién es más fuerte social y económicamente”.⁴

Estamos de acuerdo en que los derechos fundamentales son el límite al ejercicio de la ley del más fuerte; sin embargo, es necesario definir y, en su caso, ampliar el concepto de *el más fuerte* y *el más débil*, así como también a quiénes se les atribuyen estas características antagónicas.

Ferrajoli da a entender que *fuerte* es aquel que, por sus características o aptitudes —tales como superioridad física, política, social y económica— puede oprimir a aquellos que carecen o tienen menor capacidad; sin embargo, estas aptitudes sólo responden a la relación de fuerza entre seres humanos, no así a la relación entre todos los seres vivos. Por lo tanto, faltaría considerar cuestiones como superioridad en cantidad, mental o tecnológica, las cuales tendrían el papel de aptitudes primarias.

Pasemos a revisar lo que se entiende por *debilidad*. Se argumenta que es la situación de desventaja en que se encuentra aquel individuo en relación con otro que goza de una superioridad primaria o secundaria. Con base en esto, podemos afirmar que, en concreto, débiles son todas las especies de seres vivos no humanos, al igual que el mundo mismo, puesto que no cuentan con la capacidad de raciocinio. Podríamos decir, por lo tanto, que los demás seres vivos, si no son protegidos por el derecho, no podrían garantizar sus derechos fundamentales por sí mismos en ningún momento de la historia; día a día, seguirían perdiendo terreno en relación con los espacios ocupados por el hombre, hasta que, eventualmente, el mundo fuera consumido en su totalidad por el ser humano.

³idem.

⁴*Ibidem*, p. 44.

Fundamentación del problema

Encontramos que todas las teorías del derecho relativas a los derechos fundamentales se enfocan única y exclusivamente en el ser humano, de tal manera que dan por sentado que es la única especie a la que deben proteger, pues el derecho es una ciencia exclusiva de las relaciones entre los seres humanos. Sólo se debe proteger a otros entes, seres vivos o incluso al mundo cuando tienen una relación directa de afectación para con el ser humano.

Como efecto de esta postura, se deriva la desprotección de los más débiles: aquellos seres vivos —incluso el propio planeta— que, aun si lo quisieran, no podrían tener libertad de palabra, o el derecho ni la posibilidad de defenderse en juicio. De acuerdo con la visión planteada en las distintas teorías del derecho, estos individuos no cuentan con derechos fundamentales que proteger o defender, puesto que sólo le corresponden al ser humano. Sin embargo, podemos observar que, al igual que el ser humano, tienen vida y libertad para desarrollarse de acuerdo con su naturaleza, de manera integral, con salud e igualdad, ya que todos son seres vivos; estos elementos son los que el hombre conoce como derechos fundamentales y los consagra dentro de un pacto social; por ello, todas estas cuestiones serán abordadas desde el pensamiento de Luigi Ferrajoli.

Hipótesis

La causa que origina esta situación es precisamente la idea de que el derecho es una ciencia exclusiva de las relaciones entre los seres humanos, o entre los seres humanos y algún fenómeno que pudiese perjudicarlos en el corto, mediano o largo plazos, en el mejor de los casos. Sin embargo, siempre parte del *ser humano* como premisa suprema y fundamental de todas las cosas, como, si por ser el único ser racional conocido, debiera pasar de manera en extremo egocéntrica a ser el centro del mundo. En esta pequeña cosmovisión antropocéntrica, lo único que importa es él mismo.

Objetivos

Crear una base de datos que sustente, comunique y enseñe a las presentes y futuras generaciones la promoción de una comunidad internacional que legítimamente respete en fondo y forma los derechos fundamentales.

Metodología

Se ha utilizado una metodología de carácter holístico que compila los distintos conocimientos y saberes ancestrales. Para ello, se implementan cuatro principales vertientes: positivista, fáctica, axiológica y teológica.

Resultados

El derecho está conformado por una parte fáctica, una positivista, una axiológica y una teológica.

Conclusiones

En conclusión, la omisión de los derechos fundamentales de todos aquellos seres vivos que no son seres racionales, o de los derechos del *mundo* —como un concepto genérico que engloba todo aquello que significa vida—, trae como consecuencia que sean violentados en su esfera jurídica los sujetos del derecho que no son seres humanos, puesto que estos últimos se encuentran debidamente protegidos —o al menos en proceso de—, ya que otros autores trabajan en ello. Sin embargo, la defensa de los que de verdad son los más débiles, es decir, los entes que ni siquiera tienen la posibilidad de defenderse o protestar ante los constantes e injustos ataques de las sociedades humanas, ha quedado rezagada o mal enfocada.

Referencias bibliográficas

- Ferrajoli L (2008). *Democracia y garantismo*. España: Trotta.
- Foladori G (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura. ISBN 970-701-610-8.
- Nava C (2013). *Ciencia, ambiente y derecho*. México: UNAM. ISBN: 978-607-023-036-3.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2017

Estudio de resistencia a la compresión para concreto autocompactable

Luis Ricardo Sarabia Sánchez,* David Andrés Escalera Suárez, Alejandro Félix Rubio, Carlos Alberto Toribio Negrete, Mario Trejo Perea

Resumen

En 2014 se produjeron, en todo el mundo, 4,180 millones de toneladas de cemento para la elaboración de concreto. En el esfuerzo por crear materiales más sustentables y menos contaminantes, los ingenieros han tratado de desarrollar otros nuevos materiales, como el concreto autocompactable (SCC, por sus siglas en inglés); este se ha convertido en un material muy importante que puede ser la respuesta a los crecientes requerimientos de construcción de esbeltos y más reforzados elementos estructurales. Actualmente, se siguen desarrollando investigaciones para mejorar las características de este material; este trabajo trata de una comparación entre concreto autocompactable y concreto convencional a través de un análisis de su resistencia a la compresión, con el fin de proporcionar información y argumentar sobre la utilidad de un nuevo material, como lo es este concreto.

Antecedentes o fundamentación teórica

Hoy en día, los ingenieros han desarrollado varios tipos de materiales, pero en este artículo tenemos como enfoque principal el concreto autocompactable. Desde su creación, a finales de 1980, el concreto autocompactable (SCC) ha traído una ola de cambio para la industria de la construcción; ha sido considerado como una “revolución silenciosa” en el proceso de construcción de concreto, con grandes beneficios en el aumento de la productividad, mejor

calidad de construcción y gran mejoramiento del ambiente de trabajo en el lugar (Zhu y Bartos, 2002).

El SCC se ha convertido en un tema popular cuando se trata de la construcción debido a la gran cantidad de beneficios que se pueden obtener de él, pero también ha creado preocupaciones en cuanto a su comportamiento de fractura (Alyhya *et al.*, 2016). Otros factores a tener en cuenta son los relativos a la técnica de confinamiento utilizada, considerando que estamos utilizando el SCC en columnas (Khairallah, 2013).

El SCC se desarrolla de manera similar al concreto tradicional, pero ambos tienen sus diferencias. También se han desarrollado estudios para comprender cómo funciona la humedad en este concreto, los cuales han arrojado valiosos resultados. Se han realizado estudios sobre curado del SCC en humedad relativa para comprender sus propiedades microestructurales, a fin de comprender las diferentes condiciones de hidratación que puede tener (Aparicio *et al.*, 2015; Rahal *et al.*, 2015).

Consecutivamente, para mejorar y expandir la capacidad del SCC, su trabajabilidad se mantiene mediante la adición conjunta de fibras de acero, cenizas volantes como material cementante suplementario y superplastificantes (Siddique *et al.*, 2015).

Descripción del problema

El proceso constructivo, más allá de la contaminación que crea la producción de sus materias primas, genera alrededor del 4% de la contaminación del ambiente —aire, suelo y agua—, así como una excesiva cantidad de ruido, creado por la maquinaria requerida para los trabajos (Grey, 2016). Entre otros problemas, pueden encontrarse fallas en la colocación del concreto debido a la cantidad de acero que es requerida por un elemento específico (Rodríguez, 2003), además de la falta de acomodo del concreto en el área de recubrimiento al momento de la ejecución del colado.

Justificación del proyecto

El concreto autocompactable es una solución a problemas de durabilidad, debido a que es un material con propiedades favorables que evitan la filtración de

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro

*Contacto: ricardo.sarabia.sanchez@gmail.com

agentes corrosivos que causan problemas a estructuras con refuerzo; además, es una excelente alternativa ante los problemas en el colado debido a la cantidad de acero de refuerzo, dificultad en el uso de vibradores y reducción del número de trabajadores.

Hipótesis

Con esta prueba, se espera que el material (concreto autocompactable) presente, principalmente, una resistencia a la compresión muy similar a la del concreto convencional, pero con la ventaja de no tener que hacer ningún tipo de vibrado.

Objetivos

Analizar las propiedades del concreto autocompactable y las del concreto normal, específicamente la resistencia a la compresión y el tipo de falla. Para ello, se utilizarán materiales de un mismo banco y se realizará el procedimiento apropiado para cada uno de los concretos.

Metodología

Las pruebas fueron realizadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el Laboratorio de Suelos, después de haber hecho la investigación previa y haber recaudado los materiales necesarios para las pruebas. Para el ensayo de resistencia a la compresión, se utilizó una máquina universal marca Forney, con una capacidad de carga de 1,500 toneladas.

Se realizaron dos muestras representativas de concreto, una de concreto normal y otra de concreto autocompactable. Se revisaron todas sus características físicas de acuerdo con la norma ASTM D-422, así como con la N-CMT-2-02-002/02 del Instituto Mexicano de Transportes (IMT). Cada una de las muestras consistió en cinco probetas.

El diseño de la mezcla de concreto normal se hizo con base en el reglamento del American Concrete Institute (ACI) y se propuso un $f'c$ 200 kg/cm². Para el concreto autocompactable, la propuesta, según los artículos revisados, fue realizada a nuestro criterio, desde el cual se redujo el 20% de la grava y se reemplazó con arena; asimismo, se adicionó un aditivo fluidificante. El proporcionamiento de las mezclas se muestra en la siguiente tabla (tabla 1).

	Concreto normal	Concreto autocompactable
Agua	2.1584 l	2.3365 l
Cemento	3.7469 kg	4.0876 kg
Grava	8.344 kg	7.2820 kg
Arena	5.5710 kg	7.8980 kg
Aditivo	0 ml	16.3504 ml

Tabla 1

Se utilizó cemento Holcim Fuerte, que fue adquirido directamente de Holcim México. Se realizó el colado del material en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Autónoma de Querétaro y se usaron como cimbra moldes cilíndricos de acero de dimensiones 10 x 20 cm, con base en el manual del Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC).

Para el acomodo del material de la prueba de concreto normal, se le dieron 25 golpes con un vástago directo al concreto cada 1/3 de altura del molde, así como 20 golpes con un mazo de goma a los alrededores, mientras que para la prueba de concreto autocompactable no se aplicó ningún tipo de vibrado.

Se descimbró en un lapso aproximado de 24 horas y se dejó reposar después en la cámara de curado hasta el día de la prueba de compresión.

Resultados y discusión

El promedio de resistencia a la compresión ($f'c$) obtenido para el concreto normal fue de 208.074 kg/cm², para el concreto autocompactable, fue de 248.11 kg/cm² (tabla 2).

Espécimen	$f'c$ (kg/cm ²) NC	$f'c$ (kg/cm ²) SCC
A	197.386	183.593
B	185.325	257.207
C	217.935	269.243
D	217.410	269.869
E	222.311	260.640

Tabla 2

La figura 1 muestra el tipo de falla en probetas de concreto normal, que en su mayoría fue a cortante.

La figura 2 muestra el tipo de falla en probetas de SCC, que en su mayoría fue a cortante, a excepción de una.



Fig. 1. Especímenes ensayados de concreto normal



Fig. 2. . Especímenes ensayados de concreto autocompactable

Conclusiones

Podemos concluir que el concreto autocompactable es un material viable, debido al factor de fluidez para alcanzar áreas difíciles si se necesitan dispositivos de vibración. Además, su valor de f'_c aumentó sustancialmente, de modo que la resistencia no es un problema relacionado con este nuevo material.

Es visible que, si cambiamos el 20% de la grava de un diseño normal, lo cambiamos por arena y añadimos el aditivo de fluidez, la resistencia obtenida será mayor y no afectará de ninguna manera a la mezcla.

Referencias bibliográficas

- Alyhya WS, Dhaheer MS, Al-Rubaye MM y Karihaloo BL (2016). Influence of mix composition and strength on the fracture properties of self-compacting concrete. *Construction and Building Material*, 1-11. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061816300964>
- Aparicio S, Martínez-Ramírez S, Molero-Armenta M, Fuente JV y Hernández MG (2015). The effect of curing relative humidity on the microstructure of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 1-6. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061815307297>
- Grey J (2016). Pollution for construction. *Sustainable Build*. Disponible en: <http://www.sustainablebuild.co.uk/pollutionfromconstruction.html>
- Khairallah F (2013). Mechanical behavior of confined self-compacting reinforced concrete circular columns under concentric axial loading. *Ain Shams Engineering Journal*, 1-9 Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447913000245>
- Rodríguez A (2003). Concreto autocompactable. *IMCYC*. Disponible en: <http://www.imcyc.com/cyt/febrero03/autocompactable.htm>
- Siddique R, Kaur G y Kunal (2015). Strength and permeation properties of self-compacting concrete containing fly ash and hooked steel fibres. *Construction and Building Materials*, 1-8. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006181530670X>
- Zhu W y Bartos PJM (2002). Permeation properties of self-compacting concrete. *Cement and Concrete Research*, 1-6. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884602010906>

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2017

Sistema de monitoreo neuronal para el análisis de potenciales enfocado en personas con problemas motrices

Luz María Sánchez Reyes¹
Juvenal Rodríguez Reséndiz²

Resumen

La investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Querétaro desde hace un año hasta la fecha. El presente trabajo tiene como objetivo implementar una interfaz cerebro-computadora (*brain computer interface*, BCI), con arquitectura abierta, para el análisis de potenciales enfocados a personas con problemas motrices. Específicamente, el trabajo consistió en lograr que la interfaz gráfica realizada en LabView fuera modificable, así como la programación del procesador embebido *digital signal processor* (DSP) del sistema de adquisición de señales. Además, se realizaron pruebas EEG (electroencefalograma) a diferentes individuos, en las que se verificaron que los niveles de interferencia y ruido estuvieran dentro de los límites permitidos, de acuerdo con otros estudios similares.

Palabras clave: BCI, DSP, EEG, LabView, arquitectura abierta

Introducción

La presente investigación se refiere al diseño y la implementación de una plataforma BCI basada en la adquisición de señales EEG. Históricamente, las señales EEG fueron registradas por primera vez por Hans Berger en 1924, aunque su estudio se inició desde años anteriores.

El EEG es un registro de ondas cerebrales o diferencias de potencial espontáneas medidas en la superficie del cerebro humano a través de electrodos metálicos (Bandara, Jumpei y Kazuo, 2016). Las ondas cerebrales se clasifican en cuatro grupos o bandas principales, dependiendo del rango de frecuencias, y se identifican con letras griegas, como se muestra a continuación (Colin, King *et al.*, 2014):

α , alpha (8-13 Hz)

β , beta (>13 Hz)

θ , theta (4-8 Hz)

δ , delta (0.5-4 Hz)

Con el posterior avance de la computación y de las técnicas de procesamiento de señales, se hizo posible el desarrollo y la implementación de interfaces cerebro-computadora (BCI), las cuales permiten interactuar con dispositivos electrónicos y entornos virtuales de comunicación, así como controlar sistemas electromecánicos a partir de pre-procesamiento, extracción de características, clasificación y retroalimentación de las señales EEG previamente adquiridas (Xu *et al.*, 2014). Estos sistemas están permitiendo, cada vez más, la comunicación y recuperación de personas con discapacidades en sus funciones motoras (Jianjun *et al.*, 2017; Fares, Tong y Masahi, 2017).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a las personas con discapacidad como aquellas que tienen dificultad grave o severa para realizar actividades cotidianas básicas, tales como movilidad y desplazamiento, cuidado personal, responsabilidades laborales o escolares, cognición y comunicación. Al año 2014, en el país existen 32.5 millones de hogares y, de ellos, 6.1 millones reportan que existe al menos una persona con discapacidad; es decir, en 19 de cada 100 hogares viven personas que presenta discapacidades. De estas personas, el 54.9% no cuenta con los ingresos necesarios para cubrir sus necesidades; por lo tanto, es muy complicado que ellos tengan acceso a equipos médicos muy sofisticados (Encuesta Nacional sobre Discriminación en México [ENADIS], 2014).

Debido a lo anterior, la investigación en sistemas BCI es muy importante en el área de la medicina, específicamente en la rehabilitación, ya que constituyen un canal de comunicación y control para

¹luzmasip95@gmail.com

²Asesor

Universidad Autónoma de Querétaro

las personas con deficiencias en sus funciones motoras. El objetivo del presente trabajo es obtener el diseño y la implementación de un sistema BCI que mejore la calidad de vida de personas en condiciones de discapacidad.

Materiales y métodos

La investigación se hizo en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro, en la Facultad de Ingeniería, desde el año pasado hasta el año en curso.

Los principales materiales fueron los siguientes: electrodos de montaje superficial con discos de oro y cable blindado, tarjeta electrónica para la adquisición de señales EEG con DSP, materiales para aplicación de electrodos (pasta conductora, algodón, alcohol y pinzas) y una computadora HP (procesador Intel Celeron N3050, memoria de 4 GB y disco duro de 8 GB) para la interfaz gráfica.

La metodología estuvo dividida en tres etapas: la primera consistió en una búsqueda bibliográfica que permitió conocer el estado del arte de los sistemas BCI y las técnicas para el procesamiento de señales EEG. La segunda consistió en la selección de un dispositivo con las características requeridas para la adquisición de señales. En la tercera etapa, se logró abrir la arquitectura tanto para la tarjeta electrónica como para la interfaz, lo cual constituye un aporte significativo para investigaciones posteriores relacionadas con sistemas BCI. En la figura 1 se ilustran las etapas de la investigación.

Diseño de interfaz y sistema de adquisición de señales

Interfaz

LabView es un lenguaje y, a la vez, un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla. Los componentes realizados en LabView se denominan ficheros (*virtual instrument* [VI]); en múltiples ocasiones el fichero (VI) puede contener otro u otros, de forma que los siguientes serán subVI del primero: el concepto es equivalente a las funciones o al procedimiento de un lenguaje tradicional. Para agrupar varios VI, se puede emplear una librería; además, una librería puede contener otras librerías.

La interfaz que se utilizó para el sistema BCI está compuesta de una librería principal que incluye 6 librerías secundarias. La librería principal se llama *lib1299* y contiene componentes para operaciones matemáticas avanzadas, configuraciones, lectura, escritura y almacenamiento de datos.

Código del DSP

El código del procesador embebido, al igual que la interfaz, hace uso de librerías; la librería principal se llama *ads1299evm.h*. El código original fue realizado en una versión de Code Composer descontinuada, lo cual es una limitante para modificaciones al código de programación. El objetivo principal en esta etapa consistió en migrar a una versión del software vigente.



Figura 1. Etapas del proyecto de investigación.

Implementación: modificaciones del sistema para lograr una arquitectura abierta

Interfaz gráfica

Después de explorar las propiedades de los componentes, se estudiaron a detalle algunas propiedades del *software*, con énfasis en conceptos que se usan en las principales librerías. Se encontraron diferentes formas para modificar los elementos; una de ellas consiste en hacer una copia de los elementos a modificar, lo cual, además, permite mantener las funciones originales de la interfaz principal.

Código de programación del DSP

Inicialmente, el código tenía errores de direccionamiento (*paths*), espacios de memoria y ambigüedades en la sintaxis. Para solucionar los errores, se investigó específicamente cada error, sus posibles causas y, a partir de ello, se determinaron las acciones de solución.

Resultados y discusión

Esta investigación tuvo como propósito principal lograr una arquitectura abierta para un sistema BCI aplicado a señales EEG provenientes de personas con alguna discapacidad motriz. Se realizaron pruebas de biopotenciales y se identificaron algunos patrones, como el de un antebrazo tensionado. Las pruebas se aplicaron varias veces a diferentes personas para verificar el buen funcionamiento del dispositivo; en la figura 2, se observa la interfaz gráfica con la adquisición de señales EEG. En la interfaz gráfica, se puede modificar el tiempo de muestreo, amplificar las señales, aplicar diferentes tipos de filtros, modificar la forma de adquisición (singular o diferencial), almacenar los datos, desplazar las señales en el tiempo y modificar la escala de la gráfica, entre otras herramientas.

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que es posible lograr una arquitectura abierta, tanto en el sistema de adquisición como en la interfaz gráfica de LabView, lo que permite la adquisición de señales de EEG y la implementación de sistemas BCI. Al convertir a una arquitectura abierta, permite ver su interior sin ninguna restricción, así como modificar su estructura de acuerdo con la

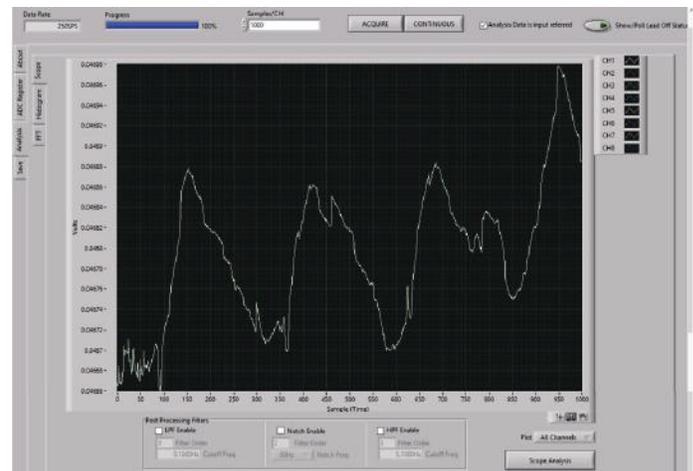


Figura 2. Interfaz gráfica propuesta en LabView para el EEG. análisis de señales

finalidad y las necesidades particulares de la investigación.

De los datos obtenidos de las pruebas EEG, se puede concluir que las afectaciones por interferencias y ruido están dentro de los límites permitidos, de acuerdo con otros estudios similares. Además, del análisis de los resultados se puede afirmar que es posible la identificación de patrones mediante el uso del sistema BCI de arquitectura abierta y que este puede oscilar entre 88.9 y 95% para el total de la muestra. Los resultados obtenidos se compararon con bases de datos, se verificó su similitud y se obtuvieron resultados favorables.

Conclusiones

Los sistemas BCI desempeñan un papel muy importante en el área de la medicina; entonces, con la mejora de estos dispositivos, es posible ayudar para que en investigaciones futuras se logre establecer un canal de comunicación y control para aquellos individuos con problemas neuromotores. Por lo tanto, al tener una arquitectura abierta para la adquisición y el procesamiento de señales de electroencefalograma, es posible realizar investigación relacionada con sistemas BCI, tanto para diagnóstico como para rehabilitación y comunicación con dispositivos externos.

Implicaciones o impacto

Este trabajo constituye un aporte significativo en investigaciones relacionadas con procesamiento de señales y análisis de biopotenciales. Además, la mejora de los sistemas BCI contribuye en el desarrollo de

técnicas de biorretroalimentación que ayudan a generar una forma confiable a un mismo patrón electroencefalográfico, enfocado en personas con problemas motrices de escasos recursos.

Referencias bibliográficas

Bandara V, Jumpei A y Kazuo K (2016). Task based motion intention prediction with EEG signals. *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensor, 2016 IEEE*, 57-60.

Colin M, King C, Wang T, Cramer S, Zoran N y Do A (2014). Brain-controlled functional electrical stimulation for lower-limb motor recovery in stroke survivors. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 1247-1250.

Encuesta Nacional sobre Discriminación en México (ENADIS) (2014). *Personas con discapacidades*. Disponible en: http://conadis.gob.mx/gob.mx/transparencia/transparencia_focalizada/La_Discapacidad_en_Mexico_datos_2014.pdf

Fares A, Tong B y Masahi K (2017). Stress assessment based on decision fusion of EEG and fnirs signals. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 5, 19889-19895.

Jianjun M, Taylor D, Kaitlin M, Nicholas S, Jeffrey H y Bin H (2017). Effects of soft drinks on resting state EEG brain-computer interface performance. *IEEE*

Journal of Solid-State Circuits, 5, 18756-18762; doi: 10.1109/ACCESS.2017.2751069

Xu J, Busze B, Kim H, Makinwa K, Van C y Firat R (2014). A 60nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ 15-Channel digital active electrode system for portable biopotential signal acquisition. *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 424-426.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 24 de noviembre de 2017

Guante inhibidor del tremor parkinsoniano mediante un sistema de cuantificación y regulación de los movimientos involuntarios

Salvador Agustín Vázquez Aguilera*, Juan Pablo Amézquita Sánchez, Germán González Pérez, José de Jesús Santana

Resumen

El presente proyecto consiste en desarrollar un guante inhibidor del tremor parkinsoniano mediante un sistema de cuantificación y un sistema de regulación de los movimientos involuntarios, conocidos como “tremor parkinsoniano” (TP). En la primera etapa, el sistema de cuantificación y diferenciación del TP utiliza un acelerómetro y dos sensores electromiográficos (EMG), que registran los datos de los movimientos ocasionados por dicha enfermedad; las señales registradas se procesan y analizan posteriormente, lo cual permite encontrar indicadores para diferenciar un movimiento voluntario de un movimiento involuntario. Mediante estos datos, es posible detectar la magnitud y la frecuencia de los movimientos involuntarios ocasionados por la enfermedad de Parkinson (EP). La segunda etapa de este proyecto se enfocará en desarrollar un sistema de regulación de los movimientos involuntarios, que enviará un electro-estímulo contrario de igual magnitud al TP, a través de electrodos colocados en los músculos involucrados, con el fin de neutralizarlos. El dispositivo que aquí se propone aportará datos que

contribuyen al diagnóstico, monitoreo y la regulación de los movimientos causados por la EP.

Palabras clave: Parkinson, acelerometría, procesamiento de señales, electro-estímulo, tremor, EMG

I. Introducción

La EP fue descrita por primera vez en 1817 por James Parkinson. Actualmente, se sabe que es un trastorno crónico degenerativo asociado con el daño a la sección del cerebro encargada de la movilidad, la cual presenta un mal funcionamiento y muerte neuronal [16]. Esta enfermedad se caracteriza por la existencia de un tremor, es decir, un movimiento rítmico e involuntario que puede afectar varias partes del cuerpo, principalmente las extremidades. Dicho tremor predomina cuando se está en reposo y puede disminuir con la acción; su trayectoria es en prono-supinación con frecuencia lenta, que oscila entre 3 Hz y 7 Hz. El tremor es más frecuente en personas mayores de 60 años. La causa principal del tremor parkinsoniano es el déficit en la producción de dopamina. Por lo tanto, un sistema o dispositivo capaz de identificar el TP y minimizarlo es deseable.

A. Tremor

El tremor es una oscilación rítmica e involuntaria que puede afectar varias partes del cuerpo, se define como una alteración del movimiento. Al momento, se han identificado varios tipos de temores [15]:

- *En reposo:* ocurre cuando una parte del cuerpo se encuentra apoyada de forma que no se requiere ni se intenta la activación del músculo estriado.
- *Postural:* ocurre al intentar sostener una extremidad contra la fuerza de gravedad.
- *Cinético:* ocurre durante un movimiento voluntario del músculo esquelético.
- *Isométrico:* ocurre durante la contracción muscular realizada contra un objeto rígido, como una pared.
- *Acción:* ocurre durante cualquier contracción voluntaria del músculo esquelético; es una combinación de tremor postural, cinético e isométrico.

B. Transformada de Fourier

La transformada rápida de Fourier (FFT) es un algoritmo eficiente que nos permite calcular la transformada discreta de Fourier (DFT) y su inversa

[2]. Una secuencia de N números complejos debe transformarse en una secuencia en forma:

1

$$F = f_0 + f_1 \dots f_{n-1}$$

En otras palabras, nos permite cambiar una función en dominio del tiempo a una función en dominio de frecuencia.

2

$$F |f(t)| = \int f(t) e^{-i\omega t} dt$$

La FFT es utilizada para el estudio de señales periódicas, es decir, señales que son repetitivas a lo largo del tiempo. El tremor, como se mencionó anteriormente, es un movimiento rítmico con frecuencia lenta. Es importante ocupar la FFT para proseguir con el manejo del espectro potencia de la señal. [4]

C. *Aparato de pronosupinación*

Se define como el conjunto de músculos, huesos y articulaciones que se encargan de la prono-supinación del miembro superior. Los movimientos de pronación y de supinación consisten en una rotación parcial del radio sobre el cúbito, que puede ubicar la mano, ya sea con la palma viendo anteriormente (supinación) o con la palma viendo posteriormente (pronación).

Los músculos se clasifican con base en su función. Los supinadores son: supinador largo o braquiorradial (BR), supinador corto (SC) y bíceps braquial (BB). Y sus antagonistas son: pronador redondo (PR) y pronador cuadrado (PC).

La acción de supinación del músculo BR se considera nula, puesto que su principal acción es la flexión del brazo a la altura del codo; durante el proceso de supinación, únicamente sirve de apoyo. Los principales músculos de supinación son el BB, cuya acción supinadora actúa cuando el antebrazo se encuentra en pronación; su acción es eficaz cuando el antebrazo está en semiflexión sobre el brazo. El SC hace girar el radio de medial a lateral y este asegura la supinación. El BB se añade cuando el movimiento requiere fuerza.

El músculo PC lleva el radio hacia adelante y en sentido medial, para asegurar el movimiento de pronación. El músculo PR da potencia a este

movimiento y es activo en los movimientos lentos que requieren fuerza.

En el aparato muscular de la pronosupinación intervienen tres nervios: el mediano (para el pronador cuadrado y el pronador redondo), el radial (para el supinador corto) y el musculocutáneo (para bíceps braquial). [13]

Los músculos supinadores actúan sobre un segmento óseo más corto; por esta razón, se convierten en el principal objeto de estudio para el presente proyecto de análisis del TP a través de sensores EMG.

II. Justificación

Al momento, no existe una cura para la EP, debido a que es una enfermedad multifactorial, pero existen ciertos tratamientos que se centran en mejorar los síntomas y prolongar la autonomía de las personas que padecen esta enfermedad.

El TP es uno de los síntomas más notorios de la enfermedad y su detección se basa en la valoración subjetiva de los síntomas presentados; asimismo, es una de las principales causas de la pérdida de autonomía de los pacientes con EP. Por esta razón, se propone un dispositivo bidireccional que pueda funcionar como auxiliar de diagnóstico, monitoreo y regulación del tremor.

III. Hipótesis

Con el uso de sensores EMG, acelerómetros y la FFT, se puede lograr conocer la frecuencia con la que un paciente con EP presenta el tremor particular de esta enfermedad.

Con el uso de estos sensores se pueden encontrar indicadores para lograr diferenciar un movimiento voluntario de un movimiento involuntario en pacientes con EP en etapas 1 y 2.

Habiendo logrado identificar el movimiento involuntario, es posible conocer características propias de esta señal y enviar un electro-estímulo contrario a través de electrodos colocados en los músculos involucrados con el TP para, de esta manera, inhibir o regular el tremor.

IV. Objetivos

A. Objetivo general

Desarrollar un guante inhibidor del temblor parkinsoniano mediante un sistema de cuantificación y diferenciación, así como la regulación de los movimientos involuntarios, a través de electro-estímulos contrarios al temblor.

B. Objetivos específicos

- Desarrollar un sistema de cuantificación y diferenciación del TP.
- Diseñar un dispositivo bidireccional que sea capaz de registrar y enviar un electro-estímulo contrario al TP para inhibir dicho temblor.

V. Metodología

Mediante un diseño experimental y de desarrollo tecnológico, el presente proyecto consta de dos etapas: la primera es la cuantificación y detección del temblor parkinsoniano con el uso de acelerómetros y de sensores EMG; la segunda etapa consistirá en desarrollar un sistema de inhibición de los movimientos involuntarios a través de electro-estímulos contrarios; esto se logrará con ayuda de electrodos colocados en los músculos involucrados.

En primera instancia, se llevó a cabo la toma de datos, seguida del procesamiento de señales propuesto.

Las pruebas se realizaron en tres pacientes: dos de ellos presentan un diagnóstico clínico de EP y el tercero es un paciente control con presencia de un temblor. Es importante mencionar que los pacientes dieron su consentimiento informado por escrito, después de haberseles explicado el procedimiento; asimismo, se dictó confidencialidad sobre los datos proporcionados antes de su participación.

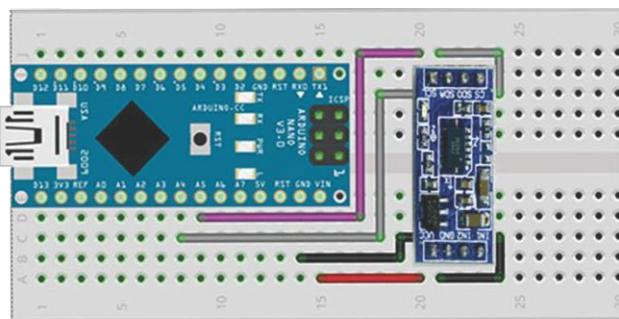


Figura 1. Conexión entre Arduino Nano y sensor de movimiento.

A. Materiales

Para el desarrollo de la primera etapa, se diseñó un dispositivo de adquisición de datos, con el uso de un Arduino Nano, un sensor de movimiento (Acelerómetro) y dos sensores EMG.

El sensor de movimiento se conectó al Arduino Nano a través de una *protoboard*, como se muestra en la figura 1. Esta *protoboard* se colocó en un guante que sería utilizado por el paciente y por medio del cual se obtendrían las señales indicativas-diagnósticas del temblor parkinsoniano.

B. Métodos

Después de colocar el dispositivo de adquisición, se realizaron las pruebas. Al paciente 1 se le realizaron cuatro pruebas, en su mayoría en acción. Con respecto al paciente 2, se le realizaron cinco pruebas: una en acción, una en reposo y tres pruebas posturales. Finalmente, al paciente 3 se le realizaron cinco pruebas en reposo.

Seguido de las pruebas, se realizó el procesamiento de señales empleando el *software* MATLAB. Para esto, se importaron los datos desde Arduino a MATLAB mediante una comunicación serial, donde se utilizó una frecuencia de muestreo de 75 Hz.

Una vez transmitidas las señales a MATLAB, se procedió con el procesamiento de señales aplicando la FFT. Primero se aplicó un filtro pasa-bandas tipo Chebyshev inverso; se seleccionó este tipo de filtro por su buena banda de transición y su rápida banda de supresión, con una frecuencia de corte de 3 a 7 Hz; esto con el objeto de diferenciar un movimiento involuntario de un movimiento voluntario y obtener una señal lo más limpia posible, puesto que con el sensor EMG captaríamos la señal que sería procesada para encontrar las características, tales como magnitud y frecuencia con la que sería enviado el electro estímulo para regular el TP. Después de realizar el procesamiento de señales descrito, se procedió al análisis del espectro potencia de la señal y, con ayuda de la FFT, se estimaron las frecuencias contenidas en la señal.

Finalmente, se imprimió la señal filtrada de los datos captados por el acelerómetro y de los sensores EMG, las cuales reflejan el movimiento involuntario (tremor parkinsoniano).

VI. Resultados

A. *Paciente 1*

La prueba del sensor de movimiento realizada en el paciente 1 es la mostrada en la figura 2. Se captaron los movimientos tanto voluntarios como involuntarios; estas pruebas se realizaron únicamente con el sensor de movimiento durante 30 segundos. En color rojo se muestran los movimientos que realizó el paciente en los tres ejes. El tremor se muestra en la figura 3: en color azul se observa la señal filtrada (movimientos involuntarios) en los ejes X, Y y Z del paciente 1. Se puede observar una similitud en los movimientos involuntarios realizados por el paciente en los tres ejes.

En la figura 4 se observa FFT, de la señal sin filtrar; esto para poder realizar un análisis más objetivo del espectro potencia. Mediante el análisis del espectro potencia, se puede apreciar que el TP manifestado en el paciente tiene una frecuencia de 5.594 Hz, con una amplitud de 0.7909 m/s². En dicha gráfica, se pueden observar transitorios alrededor de la frecuencia 5.594 Hz, que es el foco de interés. Es importante mencionar que, en la FFT de todas las pruebas realizadas a este paciente, se presenta un pico de potencia en la misma frecuencia en los ejes X, Y y Z.

B. *Paciente 2*

Las pruebas realizadas al paciente 2 fueron posturales en su mayoría. Estas pruebas, a diferencia de las hechas en el paciente 1, fueron de 40 segundos, ya que se ocuparon los sensores EMG y de movimiento. Un sensor EMG se colocó en el músculo BB y el otro se colocó en el SC. Las señales captadas por los sensores en la tercera prueba son las mostradas en las figuras 5 y 6.

En la figura 5, en color rojo, se puede observar la actividad eléctrica muscular presentada por el paciente en los músculos supinadores; en color azul, se observa la señal filtrada, es decir, la actividad muscular causante del TP.

En la figura 6, se muestran los movimientos captados por el sensor de movimiento en los tres ejes. Del lado

izquierdo, se muestra la señal captada por el sensor y, del lado derecho, la señal filtrada en los tres ejes, es decir, el TP. Se puede observar que, al ser una prueba postular, las señales captadas son muy similares a las señales filtradas; esto se debe a que no existe un movimiento voluntario realizado por el paciente.

En la figura 7, se muestra la FFT de la señal captada por el acelerómetro. Analizando el espectro potencia, podemos notar que las señales en los tres ejes tienen un pico en la misma frecuencia, que es 3.9 Hz; en los ejes X, Y y Z, tienen una amplitud de 3.377 m/s², 4.987 m/s² y 1.903 m/s², respectivamente. Se observan transitorios y otras frecuencias dentro de la señal; sin embargo, estas no son de interés porque sólo se presentan en el eje X.

En la figura 8, se muestra la FFT de la señal EMG del músculo supinador corto, filtrada de 2 a 20 Hz; se puede notar que esta señal también tiene una frecuencia dominante de 3.9 Hz, la cual se presentó en la señal captada por el sensor de movimiento, con una amplitud de .014 V. Esta amplitud, a diferencia de las tomadas con el acelerómetro, se encuentra en el orden de voltaje.

C. *Paciente 3*

El paciente 3 se describe como un paciente control, con presencia de un tremor y sin diagnóstico clínico de EP. A este paciente se le realizaron las mismas pruebas que al paciente 2, es decir, con los sensores EMG en los músculos BB y SC, además del acelerómetro. Estas pruebas se realizaron en reposo.

Se realizaron pruebas a este paciente con el objeto de corroborar que el sistema que se propone en el presente proyecto sea adecuado para diferenciar un tremor parkinsoniano de un tremor patológico a causa de otra enfermedad.

En la figura 9, se muestran las señales captadas por el dispositivo de adquisición en función del tiempo. En la primera, se observa la aceleración en el eje Z. En el centro, se observa la actividad eléctrica muscular del músculo BB y, al final, se ve la actividad eléctrica muscular del músculo SC. Desde estas señales, se puede observar que el paciente no presenta actividad eléctrica muscular en los músculos involucrados con el TP.

En la figura 10, se observa la FFT de las señales captadas por el sensor de movimiento. Se observa que presentan frecuencias en común: 5.408 Hz con amplitudes de 1, 1.22 y 2.5 m/s^2 , respectivamente. De estos resultados, se puede inferir que, al mostrar una mayor amplitud en el eje Z, el paciente presenta un tremor en la trayectoria de flexión-extensión de la muñeca, la cual no es propia del TP.

En la figura 11, se muestran las FFT de los músculos SC y BB; se observa, además, que no se presenta una frecuencia dominante en ninguno de los 2, lo cual indica que el tremor presentado no es propio de la EP.

Después de una entrevista, se infirió que el paciente presentaba un tremor a causa del síndrome post-polio (SPP).

También se puede corroborar que el sistema de diferenciación que se propone es adecuado para diferenciar un TP.

VII. Discusión

Los resultados parciales obtenidos en este proyecto muestran que, después de hacerles las pruebas a los pacientes y aplicar el procesamiento de señales correspondiente, se obtuvieron las frecuencias referentes al tremor. Lo anterior comprueba lo que se ha descrito en la literatura, es decir, que el tremor parkinsoniano oscila entre un rango de frecuencias de 3 y 7 Hz.

Haciendo una comparativa de los resultados obtenidos del EMG contra los obtenidos con el acelerómetro, logramos concluir que la frecuencia con la que se presenta el tremor en el potencial de acción es similar a la frecuencia con la que se presenta el movimiento.

En la FFT de la señal captada del eje X, mostrada en la figura 7, se puede notar un segundo pico en la frecuencia de 6.641 Hz, el cual tiene una amplitud menor, mencionada anteriormente. Esta frecuencia sigue estando dentro del rango de frecuencias características del tremor parkinsoniano descrito en la literatura; sin embargo, esta frecuencia no es nuestro foco de interés, puesto que no se encuentra en las otras señales de los otros ejes.

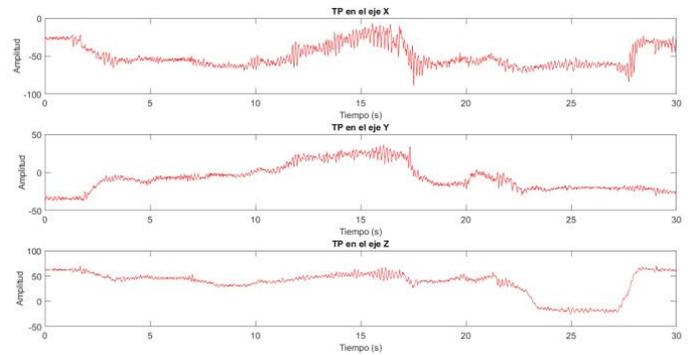


Figura. 2. Movimientos voluntarios e involuntarios en los ejes X, Y y Z del paciente 1.

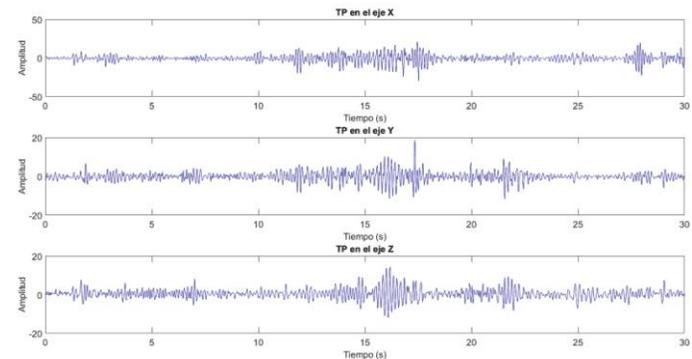


Figura. 3. TP presentado por el paciente 1.

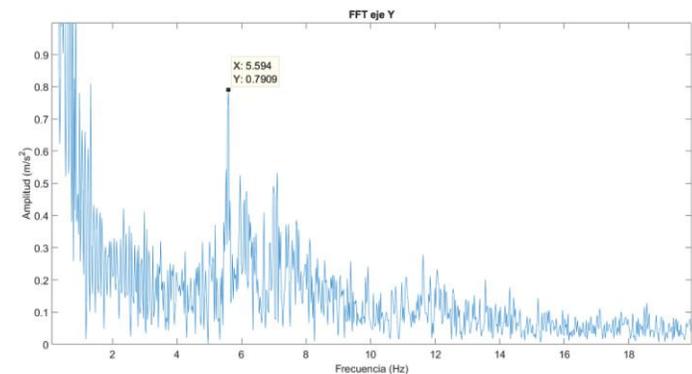


Figura. 4. FFT de la señal mostrada en la figura 2.

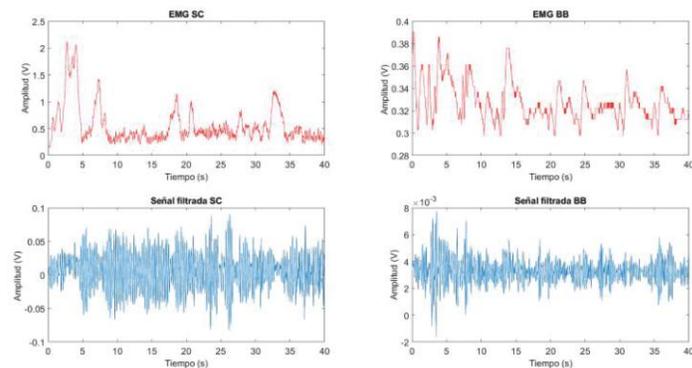


Fig. 5. EMG musculos Biceps Braquial al lado derecho y Supinador Corto al lado izquierdo del paciente 2

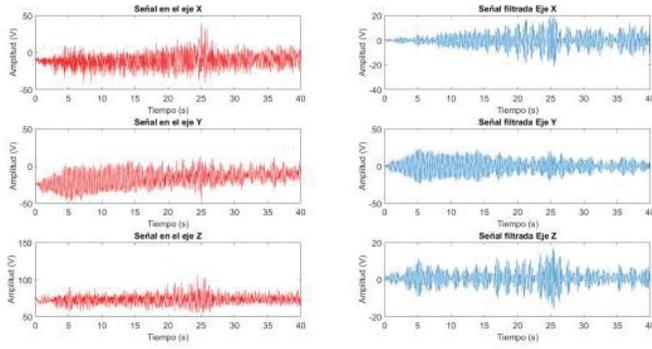


Figura 6. Aceleración en los ejes X, Y y Z. En color rojo se muestra la señal con ruido y en color azul la señal filtrada del paciente 2

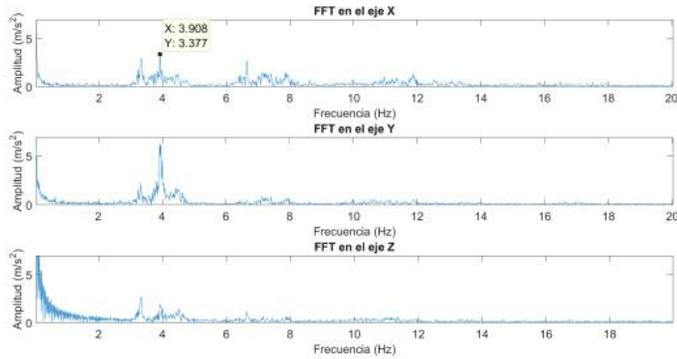


Figura 7. FFT de la señal captada por el acelerómetro en los tres ejes, filtrada de 2-20 Hz.

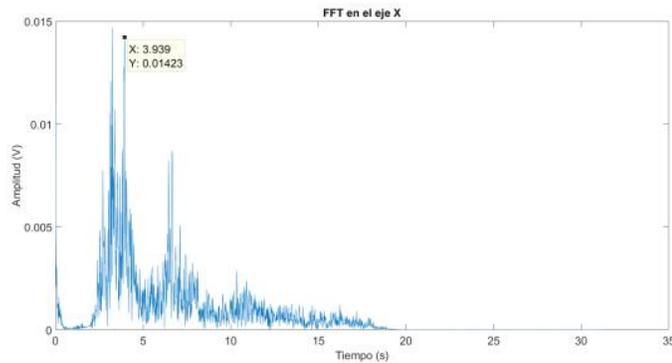


Figura 8. FFT de la señal EMG del músculo supinador, filtrada de 2-20 Hz.

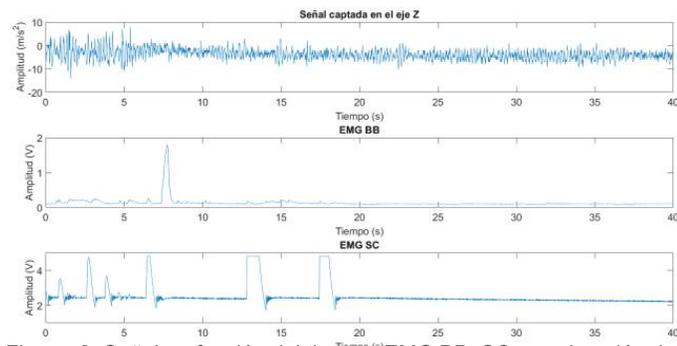


Figura 9. Señal en función del tiempo. EMG BB, SC y aceleración de eje Z.

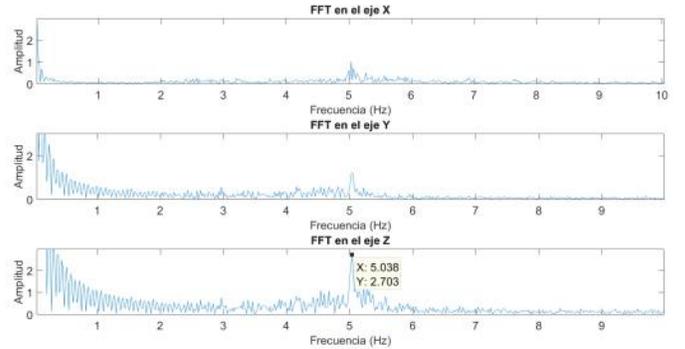


Figura 10. FFT en los ejes X, Y y Z del paciente 3.

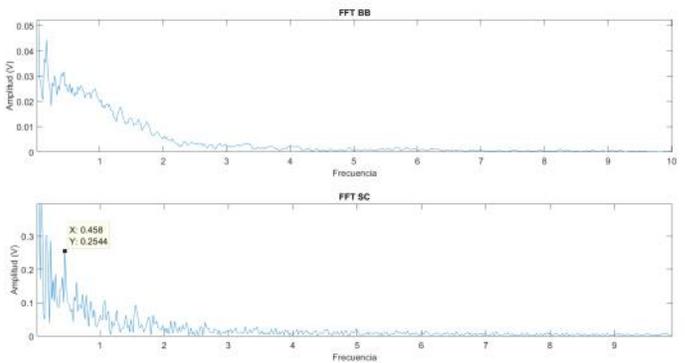


Figura 11. FFT Músculo BB y SC de paciente 3.

Prueba	Supinador corto	Bíceps braquial	Eje X	Eje Y	Eje Z
1	3.81 Hz; A=0.01251	3.609 Hz; A=0.0004	3.774 Hz; A=1.402	3.774 Hz; A=1.564	3.774 Hz; A=1.284
2	3.81 Hz; A=0.0308	4.012 Hz; A=0.0027	4.8 Hz; A=5.333	4.8Hz; A=6.45	4.8 Hz; A=2.375
3	3.939 Hz; A=0.1416	3.359 Hz; A=0.0028	3.908 Hz; A=3.377	3.939 Hz; A=4.987	3.923 Hz; A=1.903
4	3.92 Hz; A=0.02185	3.591 Hz; A=0.00056	3.92 Hz; A=2.788	3.902Hz; A=1.429	3.92 Hz; A=2.857
5	3.774 Hz; A=0.01763	3.627 Hz; A=0.0003	3.92 Hz; A=2.267	3.975 Hz; A=1.236	3.92 Hz; A=3.237

Tabla I. Frecuencias y amplitudes encontradas en las señales captadas del paciente 2

En la tabla 1, se puede observar una comparativa entre las frecuencias captadas por los sensores EMG en los músculos supinador corto y bíceps braquial, con respecto de las frecuencias y amplitudes captadas por el sensor de movimiento del paciente 2. Las frecuencias de las señales captadas por el sensor de movimiento son muy similares a las frecuencias de las señales captadas por los sensores EMG, lo cual indica qué frecuencia se tiene durante el temblor.

Al realizar las pruebas a un paciente control con la existencia de un temblor a causa de SPP, se comprobó que el sistema que se propone logra diferenciar un temblor parkinsoniano de un temblor patológico diferente.

VIII. Conclusiones parciales

En el presente proyecto de investigación, se comprueba que el sistema de cuantificación que se propone, con ayuda de acelerómetros sensores EMG, es adecuado para poder diferenciar entre un movimiento voluntario de uno involuntario. También demuestra que existe un método sencillo y práctico que permite diferenciar un temblor patológico a causa de otra enfermedad de un temblor a causa de EP. Se está trabajando en un modelado dinámico del TP con el fin de tener un análisis más objetivo.

Asimismo, se está trabajando en la segunda etapa del proyecto, que consiste en diseñar un sistema de regulación de movimientos mediante electroestimulación contraria al TP. Con el procesamiento de señales propuesto en el presente proyecto, se logra conocer la señal que debe ser enviada para, de esta manera, inhibir el TP.

El dispositivo que aquí se propone tiene una función dual, ya que aporta datos que contribuyen al diagnóstico y el monitoreo de la enfermedad, así como a la regulación de los movimientos causados por EP.

IX. Bibliografía

1. Ahlrichs C, Samà A, Lawo M, Cabestany J, Rodríguez-Martín D, Pérez-López C, Sweeney D, Quinlan LR, Laighin GÓ, Counihan T, Browne P, Hadas L, Vainstein G, Costa A, Annicchiarico R, Alcaine S, Mestre B, Quispe P, Bayes À, Rodríguez-Molinero A. (2015). Detecting freezing of gait with a tri-axial accelerometer in parkinson's disease patients. *Med Biol Eng Comput*, 54(1):223-33.
2. Almira JM (2005). *Matemáticas para recuperación de señales*. España: Grupo Editorial Universitario.
3. Alva CA (2012). *Procesamiento de señales de electromiografía superficial para la detección de movimiento de dos dedos de la mano*. Tesis de Ingeniería Electrónica. Perú: Universidad Ricardo Palma.
4. Álvarez P (septiembre de 2012). *Medición del temblor fisiológico por medio de acelerometría*. Trabajo de grado de Ingeniería en Mecatrónica. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
5. Beudel M, Roosma E, Martínez OE, van Laar T, Maurits NM y de Jong BM (2015). Parkinson bradykinesia correlates with EEG background frequency and perceptual forward projection. *Parkinsonism Relat Disord*, jul;21(7):783-788.
6. Cifuentes IA (septiembre de 2010). *Diseño y construcción de un sistema para la detección de señales electromiográficas*. Tesis de Ingeniería en Computación. México: Universidad Autónoma de Yucatán.
7. Cortés JA, Medina FA y Chaves JA (2007). Diseño y construcción de un dispositivo para la medición del trastorno del movimiento en la mano-temblor. *Scientia et Technica*, año XIII, núm. 37, pp. 139-144.
8. Escudero P, Guerra A, Mendoza E, Roldán M, Pérez AI y Quiñones I (2013). Procesamiento de señales de estabilometría usadas en la valoración del balance de individuos con enfermedad de Parkinson. *Memorias del Segundo Concurso de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica (IDIT) "Ing. Guillermo Salazar Polanco"*. México: Universidad La Salle, 7-12.
9. De la Cruz E y Otero E (2006). Temblor esencial. *Arch Neurocién*, vol. 11, núm. pp. 194-204.
10. Fernandez W (2006). Temblor: diagnóstico diferencial y tratamiento. En: F. Micheli (ed.). *Enfermedad de parkinson y trastornos relacionados*, 2ª ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana, pp. 561-572.
11. García JA, Flores AA, Pérez JA, Torres CE y González S (2015). Un sistema de medición del temblor parkinsoniano, una alternativa no invasiva basada en instrumentación virtual. Congreso Internacional de Investigación Tijuana. *Revista Aristas: Investigación Basica y Aplicada*, vol. 4, núm. 7, pp. 38-42.
12. Klucken J, Barth J, Eskofier B y Winkler J (2013). Automated gait analysis in parkinson's disease. *Basal Ganglia*, 3, 61.
13. Latarjet M, Ruiz A y Pró E (2011). *Anatomía humana*. Argentina: Editorial Médica Panamericana.
14. Aparecida-Pascucci L, Dionísio VC y Almeida GL (2011). Multi-joint movements with reversal in parkinson's disease: kinematics and electromyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 21, núm. 2, pp. 376-

- 383.
15. Ojeda MC, Rodríguez F y Amaya LE (2009). Diagnóstico diferencial del temblor. *Acta Médica Grupo Ángeles*, 7(3), pp. 143-149.
 16. Peñas D (2015). *El libro blanco del Parkinson en España*. España: Real Patronato Sobre Discapacidad.
 17. Rissanen SM, Ruonala, V, Pekkonen E, Kankaanpää M y Airaksinen O (2015). Signal features of surface electromyography in advanced Parkinson's disease during different settings of deep brain stimulation. *Clinical Neurophysiology*, vol. 126, núm. 12, pp. 2290-2298.
 18. Roland KP, Jones GR y Jakobi JM (2013). Daily electromyography in females with Parkinson's disease: a potential indicator of frailty. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, vol. 58, núm. 1, pp. 80-87.
 19. Roland KP, Jones GR y Jakobi JM (2013). Parkinson's disease and sex-related differences in electromyography during daily life. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 23, núm. 4, pp. 958-965.
 20. Rolanda T, Amsüssb S, Russoldb MF y Werner CW (2016). Capacitive sensing of surface EMG for upper limb prostheses control. *Procedia Engineering*, vol. 168, pp. 155-158.
 21. Ruiz A (S.F.). Análisis dinámico de sensores de velocidad. *IX Reunión Nacional de Análisis de Esfuerzos*. México: Centro Nacional de Metrología, Instituto Tecnológico de Celaya, pp. 1-8.
 22. Ruonala V, Meigal A, Rissanen SM, Airaksinen O, Kankaanpää M y Karjalainen PA (2013). EMG signal morphology and kinematic parameters in essential tremor and Parkinson's disease patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 24, núm. 2, pp. 300-306.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Diseño de una mezcla para pavimento elaborada con desechos industriales

Eloy Parra Melgar¹
Teresa López Lara²
Juan Bosco Hernández Zaragoza³

Resumen

Este artículo pretende dar a conocer los resultados de investigación a los que se ha llegado en la creación de una mezcla para pavimento cuyo elemento principal son los polímeros obtenidos de desechos industriales. Actualmente, la tecnología usada para la producción de asfalto libera una gran cantidad de gases a la atmósfera, lo que contribuye de manera importante al calentamiento global. Para el desarrollo del aglomerante, se siguieron las directrices de la normatividad internacional y se analizó detenidamente el comportamiento de la sintetización química para diferentes porciones del polímero, lo que permitió establecer el porcentaje óptimo para mejorar su respuesta mecánica. El producto nuevo resulta muy interesante, dado que su viscosidad es semejante a la del asfalto virgen; además, se obtiene una buena adherencia con el agregado pétreo, con resistencias, a los 23 días, de 88.72 kg/cm² para la granulometría gruesa, y a los 9 días, de 124.96 kg/cm² para la fina. Por lo obtenido, es necesario seguir evaluando la mezcla; no sólo en lo que respecta al cambio en su resistencia mecánica, sino también a los incrementos experimentados en contra de la fatiga y deformaciones permanentes. Buscamos mejoras sustanciales, así como una estructura con una mayor y mejor vida útil; también se busca contribuir a la generación de una cultura del desarrollo sustentable en el área de pavimentos, ya que, con la sustitución del asfalto, se contribuirá, en parte, a reducir las emisiones de

dióxido de carbono.

Palabras clave: polímeros reciclados, propiedades mecánicas, dióxido de carbono

Fundamentación teórica

Las carreteras son piezas clave en el desarrollo económico y social de cualquier país, ya que están proyectadas y construidas con el objetivo de desplazar personas y mercancías (Obregón, 2010). Para que contribuyan a la integración de las regiones de una nación, se requiere de pavimentos que estén diseñados conforme a las normas oficiales, así como de elementos capaces de proporcionar una íntima unión y cohesión entre los agregados (Reyes *et al.* 2013).

El desempeño del asfalto en la aplicación en pavimentos fue satisfactorio durante varias décadas; sin embargo, actualmente, se han presentado múltiples factores que hacen que ya no sea apta su utilización por sí solo. Varios de estos factores, en términos generales, son atribuidos principalmente al incremento del parque vehicular y a las condiciones climatológicas extremas.

Ante este panorama, nace la técnica de adicionar a las mezclas elementos de alto peso molecular llamados polímeros, que permiten, a través de esta incorporación, incrementos en las propiedades que un asfalto por sí solo no resistiría; es decir, esta modificación produce una actividad iónica que incrementa las resistencias a las deformaciones y a los esfuerzos de tensión (Gómez, 2016).

Descripción del problema

El asfalto ha sido utilizado para la construcción de carreteras desde la antigüedad, ya que contiene características físicas que le permiten fungir como aglomerante; sin embargo, actualmente su uso se ha tornado en un gran problema para el entorno ambiental, debido a que la tecnología empleada —tanto para su obtención como para la elaboración de las mezclas asfálticas— requiere de consumos excesivos de energía, que liberan una gran cantidad de gases a la atmósfera, y ello contribuye de manera importante al calentamiento global.

División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro:

¹parra_melgar@hotmail.com;

²lolte@uaq.mx;

³bosco@uaq.mx

Las mezclas asfálticas requieren altas temperaturas que, además de ser costosas y causantes de graves daños ambientales, provocan la emisión de elementos tóxicos, por lo que, cuando los trabajadores están directamente en contacto con ellos por largos periodos, pueden llegar a presentar sarpullido en la piel, inflamación de ojos, catarro, exhalación, vómito, daño estomacal, bronquitis o perturbaciones en la función pulmonar.

Justificación del proyecto

Esta investigación tiene como propósito principal contribuir al medio ambiente a través de la reutilización de los desechos industriales de la región, los cuales se depositan, en la mayoría de las ocasiones, en lugares inapropiados, lo que provoca una problemática ambiental y visual. Con la utilización de desechos como aglomerante en las mezclas para pavimento, además de mejorar sus propiedades mecánicas, se obtendrán estructuras con una mayor y mejor vida, con lo cual se contribuirá al desarrollo sustentable y económico del área de los pavimentos.

Hipótesis

La sustitución del asfalto por polímeros reciclados —provenientes de desechos industriales en una mezcla para pavimento— no afectará su resistencia a la fatiga y flexión. Esta incorporación aumentará el punto de esfuerzo en el cual ocurren las deformaciones permanentes.

Objetivo

El principal objetivo de esta investigación es desarrollar una mezcla elaborada con desechos industriales que tenga mejores propiedades que las tradicionales, a fin de obtener pavimentos sustentables y económicos con una mayor y mejor vida útil.

Metodología

Síntesis y procesamiento del polímero reciclado

Para la obtención del aglomerante, se procedió a realizar una síntesis químicamente diseñada y compuesta para materiales reciclados en el departamento de Ciencias Químicas de la Universidad de Medellín, Colombia.

Selección y preparación del agregado pétreo

Para el desarrollo de la mezcla, se realizó la extracción

de muestras representativas del banco de materiales ubicado en el km 8+000 de la carretera Querétaro-Tequisquiapan. Dichas muestras se trasladaron a las instalaciones del laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Autónoma de Querétaro, donde, además de evaluar las propiedades mecánicas con las normativas internacionales ASTM y AASHTO, se modelaron dos granulometrías diferentes (gruesa y fina) para mejorar directamente la resistencia y el consumo del aglomerante.

Diseño de mezcla y ensayos de calidad

Con el fin de identificar el comportamiento y la resistencia, se elaboraron muestras con base en los porcentajes en polímero de 15, 18, 20, 25 y 30%, conforme a edades de 9, 16 y 23 días, para observar y analizar la resistencia a la compresión; lo anterior, a fin de elegir los mejores patrones para efectuar la experimentación en contra de la fatiga y las deformaciones permanentes.

Resultados y discusión

A través de la síntesis planteada, además de obtener un aglomerante con viscosidad similar al asfalto, se obtuvieron resistencias máximas a compresión de 88.72 kg/cm² en granulometrías gruesas con una edad de 23 días, y 124.96 kg/cm² en granulometrías finas con 9 días. Hasta este momento, nuestros ensayos nos dejan ver que, con el paso de los días, incrementa su resistencia.

La granulometría de las mezclas tuvo dos graduaciones diferentes a las tradicionales: una, con material retenido en malla número 10 (2.0 mm), y la otra, con una combinación de arenas (4.75-0.15 mm). Ambas presentaron los mismos cambios en su adherencia entre los compuestos y se obtuvieron como resultado texturas similares a las de una carretera normal.

En las figuras 1 y 2, se presentan los resultados de los ensayos de compresión con granulometrías conforme a edades y porcentajes. En ellas, podemos observar que, para los diferentes porcentajes, se han alcanzado los siguientes valores: a los 23 días, 88.72 kg/cm² para la granulometría gruesa, y a los 9 días, 124.96 kg/cm² para la fina; esto nos dice que nuestros resultados, hasta el momento, son óptimos para seguir evaluando nuestra mezcla a la fatiga y las deformaciones permanentes.

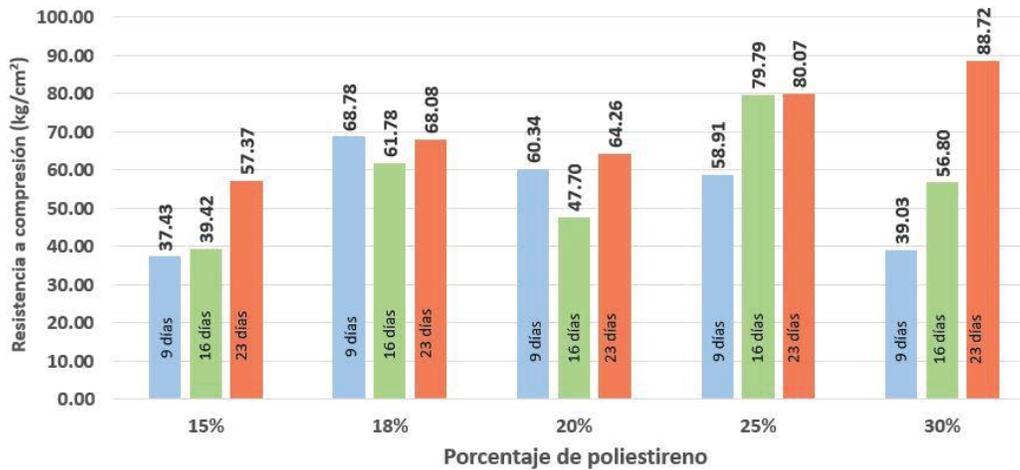


Figura 1. Resistencia a compresión simple (granulometría gruesa).

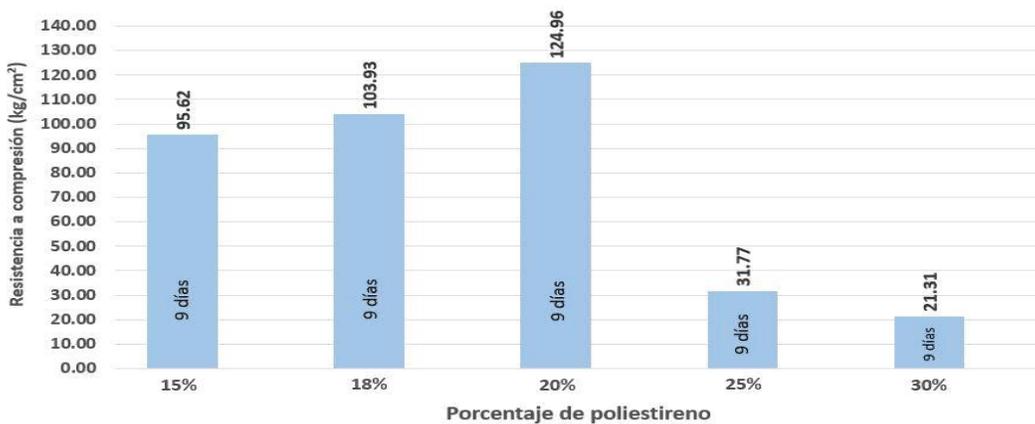


Figura 2. Resistencia a compresión simple (granulometría fina).

Conclusiones

Nuestro diseño de la mezcla elaborada con desechos industriales proporciona una excelente unión y cohesión entre los agregados. Con resistencias de compresión simple, a los 23 días obtenemos 88.72 kg/cm² en granulometrías gruesas, y 124.96 kg/cm² en finas, a los 9 días; caso contrario al asfalto, con el que se obtienen resistencias inferiores los 25 kg/cm² a cualquier edad. La mezcla alcanza también texturas similares a las que ofrece el asfalto; además, contribuirá de manera significativa con el medio ambiente, debido a la eliminación de los consumos energéticos y a la reutilización de materiales (poliestireno expandido), que tardarían cientos de años en degradarse.

Referencias bibliográficas

- Gómez B, Pérez I y Pasandín AR (2016). Recycled construction and demolition waste in cold asphalt mixture: evolutionary properties, *Journal of Cleaner Production*, 112, 588-598.
- Obregón SA (2010). Estudio comparativo del impacto en el desarrollo socioeconómico en dos carreteras: Eix Transversal de Catalunya, España, y MEX120, México. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, 32, 1-47.
- Reyes OJ, Camacho JF y Londoño A (2013). Caracterización mecánica de las mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo. *Revista Científica "General José María Córdova"*, 11, 215-232.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Efecto sinérgico de nanotubos de carbono y óxido de grafeno en la tenacidad a la fractura interlaminar de laminados de fibra de carbono y resina epóxica

Julio Alejandro Rodríguez González*¹
Carlos Rubio González¹
Lourdes Ramos Galicia²
Carlos Velasco Santos²

Resumen

Este trabajo presenta una estrategia efectiva para mejorar la tenacidad a la fractura interlaminar Modo I (G_{IC}) y Modo II (G_{IIC}) de un material compuesto laminado a base de pre-impregnados (prepregs) de fibra de carbono unidireccional y resina epóxica, mediante la incorporación de una combinación híbrida de nanotubos de carbono (NTC) y óxido de grafeno (OG) en su interface central. La incorporación NTC/OG se hizo mediante la técnica de spray y la fabricación de los materiales compuestos laminados a base de prepregs fue por autoclave. La determinación de G_{IC} y G_{IIC} se llevó a cabo de acuerdo con pruebas estándar de fractura Modo I y Modo II, respectivamente. Para su comparación, fueron también fabricados y ensayados laminados sin nanorrefuerzo, sólo con NTC y OG. Como resultado, las pruebas de fractura mostraron una mejora del 16% en el valor promedio de G_{IC} y del 14% en G_{IIC} para un compuesto laminado fabricado con 0.25% en peso de NTC/OG, en comparación con el material de referencia. Mediante imágenes obtenidas, usando un microscopio electrónico de barrido, se encontró evidencia de la presencia de NTC y OG en la superficie de fractura de especímenes ensayados y

mecanismos de daño asociados a fractura Modo I y Modo II. Estos resultados confirman un efecto positivo sinérgico por la combinación híbrida NTC/OG en G_{IC} y G_{IIC} de un material compuesto laminado a base de prepregs, lo que da lugar a un mejor desempeño, en comparación con laminados en los que se utilizó ya sea NTC u OG por separado.

Antecedentes

En años recientes, se ha observado un rápido crecimiento en el uso de materiales compuestos laminados en una gran variedad de aplicaciones en la industria, debido a su elevada resistencia y rigidez específica [1]. Sin embargo, la potencialidad de estos materiales, en cuanto a sus propiedades de fractura, ha sido relativamente limitada debido a la presencia de distintos modos de falla [2].

La delaminación ha sido reconocida como uno de los principales modos de falla en estos materiales y se presenta por formación de grietas entre sus láminas a causa de modos individuales de carga o combinaciones de estos [2]. Recientes estudios demuestran que la adición de nanoestructuras de carbono a los compuestos laminados puede mejorar sus propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas [3]. En particular, la incorporación de nanotubos de carbono (NTC) y óxido de grafeno (OG) a los materiales compuestos laminados puede mejorar sus propiedades de fractura interlaminar, como lo reportan [4, 5]. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo principal evaluar las propiedades de fractura interlaminar de un compuesto laminado a base de prepregs, reforzado con la combinación híbrida NTC/OG.

Descripción del problema

Especímenes de fractura son ensayados para determinar la tenacidad a la fractura interlaminar Modo I (G_{IC}) y Modo II (G_{IIC}) de un material compuesto laminado a base de prepregs de fibra de carbono unidireccional y resina epóxica, reforzados con nanotubos de carbono de paredes múltiples, óxido de grafeno y una combinación de estos nanomateriales (NTC/OG). La G_{IC} y G_{IIC} son determinadas mediante especímenes de fractura Modo I y Modo II, de acuerdo con las normas ASTM D5528 [6] y ASTM D7905 [7], respectivamente, usando máquinas de pruebas universales (MTS Insight® e Instron 8872) con una celda de carga de 10 kN. Las pruebas son llevadas a cabo a una velocidad de desplazamiento de cabezal de 1 mm/min y cinco réplicas son ensayadas por cada prueba de fractura para laminados, con y sin nanoestructuras de carbono.

¹ Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI Querétaro)

² Instituto Tecnológico de Querétaro (ITQ)

* Contacto: jrodriguez@posgrado.cidesi.edu.mx



Figura 1. Esquema que muestra el procedimiento de fabricación de compuestos laminados híbridos.

Justificación del proyecto

El número y la variedad de aplicaciones de los materiales compuestos laminados en diversas industrias siguen en constante crecimiento; por ello, actualmente, la necesidad de mejorar las propiedades de fractura de los materiales compuestos aún continúa. El conocimiento de las propiedades de fractura interlaminar de un compuesto laminado es útil tanto para la selección de material como para el desarrollo y diseño de productos. Los estudios realizados, hasta la fecha, demuestran que es posible obtener mejoras en las propiedades de fractura de los compuestos laminados usando NTC y OG como refuerzo; sin embargo, aún no se tiene reporte sobre el efecto sinérgico al combinar NTC/OG para mejorar las propiedades de fractura de compuestos laminados a base de prepegs.

Hipótesis

La combinación híbrida de NTC y OG, efectivamente incorporada como refuerzo interlaminar en los compuestos laminados, podría proporcionar una resistencia adicional contra la delaminación y, así, mejorar sus propiedades de fractura interlaminar.

Objetivos

- Preparar especímenes de prueba de fractura Modo I y Modo II, a partir de un material compuesto laminado a base de prepegs de fibra de carbono/resina epóxica, reforzado con híbridos NTC/OG depositados mediante la técnica de spray.
- Ensayar los especímenes de fractura y determinar la G_{IC} y G_{IIC} del compuesto laminado.
- Observar micrografías de la superficie de fractura de los especímenes ensayados mediante un microscopio electrónico de barrido.

Metodología

La incorporación de nanotubos de carbono, óxido de grafeno e híbrido NTC/OG en los prepegs de fibra de carbono/resina epóxica se realizó por la técnica de spray mediante el uso de un aerógrafo. El curado del material compuesto laminado se realizó en un autoclave siguiendo el procedimiento de la figura 1.

Resultados y discusión

En la figura 2, se presentan los resultados de la tenacidad a la fractura interlaminar Modo I (G_{IC}) y Modo II (G_{IIC}) de compuestos laminados con y sin NTC, OG e híbrido NTC/OG.

Los compuestos laminados que contienen NTC y OG muestran incrementos tanto en el valor promedio de G_{IC} como de G_{IIC} , en comparación con el material de referencia. Con la incorporación de la combinación híbrida NTC/OG en el compuesto laminado, el valor promedio de G_{IC} incrementa un 16%, mientras que el de G_{IIC} aumenta 14% debido al efecto sinérgico de propiedades del híbrido NTC/OG en su función como refuerzo interlaminar.

La figura 3 presenta las superficies de fractura de los compuestos laminados con NTC/OG ensayados en fractura Modo I (figura 3a) y Modo II (figura 3b). Tanto en la figura 3a como en la 3b, se pueden observar superficies de fractura relativamente rugosas, asociadas a fractura Modo I y Modo II, con la presencia de la mezcla NTC/OG.

Asimismo, el análisis mostró mecanismos de daño donde los NTC/OG se fragmentan y forman puentes desde la matriz, que son los responsables del mejoramiento en la resistencia a la delaminación del compuesto laminado.

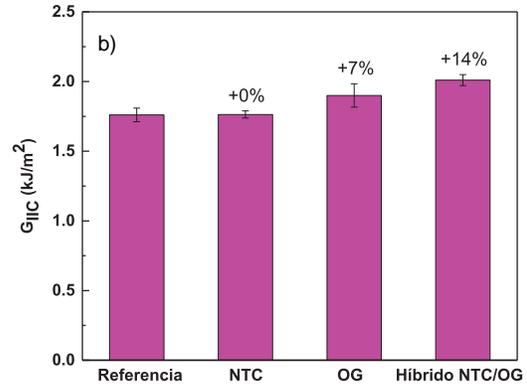
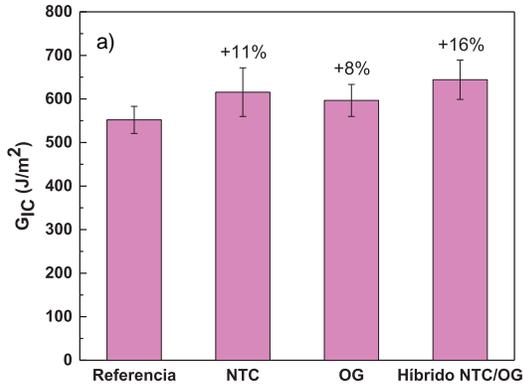


Figura 2. Tenacidad a la fractura interlaminar de laminados con y sin nanoestructuras de carbono: a) G_{IC} ; b) G_{IIC} .

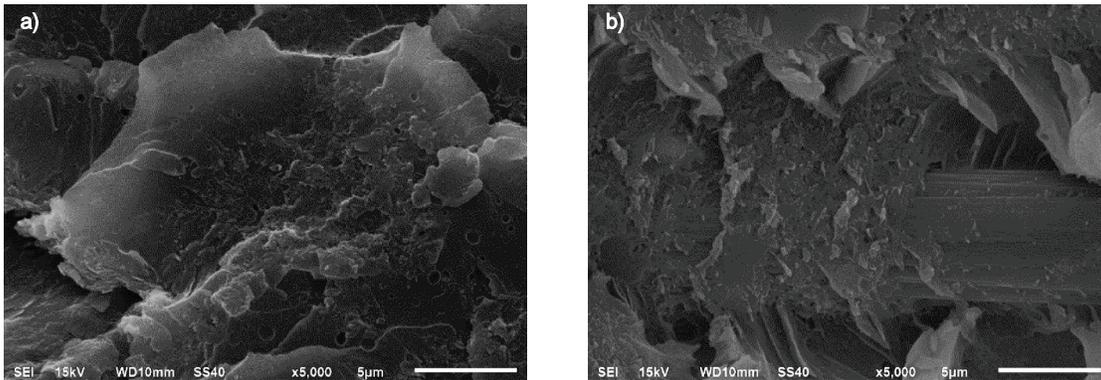


Figura 3. Imágenes de superficie de fractura de laminados con híbrido NTC/OG: a) Modo I; b) Modo II.

Conclusiones

En el presente trabajo, la combinación híbrida de nanotubos de carbono (NTC) y óxido de grafeno (OG) fue incorporada en un compuesto laminado de fibra de carbono unidireccional y resina epóxica vía spray; además, especímenes de fractura Modo I y Modo II fueron preparados y ensayados. Los resultados de las pruebas de fractura mostraron una mejora de 16% en la G_{IC} , así como de 14% en la G_{IIC} , para un compuesto laminado fabricado con el híbrido NTC/OG, en comparación con el material de referencia. Estos resultados indican que la incorporación NTC/OG en prepreps es una estrategia efectiva para mejorar la tenacidad a la fractura interlaminar de compuestos laminados a base de prepreps, típicamente utilizados en la industria aeronáutica y aeroespacial.

Referencias bibliográficas

- [1] Taheri F (2013). Advanced fibre-reinforced polymer (FRP) composites for structural applications. Reino Unido: Woodhead Publishing Limited.
- [2] Jones RM (1999). Mechanics of composite materials. EUA: Taylor & Francis.
- [3] Volder MFL, De Tawfick SH, Baughman RH y Hart AJ (2013). Carbon nanotubes: present and future commercial applications. Science, 339:535-539.
- [4] Lubineau G y Rahaman A (2012). A review of strategies for improving the degradation properties of laminated continuous-fiber/epoxy composites with carbon-based nanoreinforcements. Carbon, 50:2377-2395.
- [5] Rodríguez-González JA, Rubio-González C, Meneses-Nochebuena CA, González-García P y Licea-Jiménez L (2017). Enhanced interlaminar fracture toughness of unidirectional carbon fiber/epoxy composites modified with sprayed multi-walled carbon nanotubes. Composite Interfaces, 24(9):883-896.
- [6] ASTM D5528 (2007). Standard test method for mode I interlaminar fracture toughness of unidirectional fiber-reinforced polymer matrix composites. ASTM International.
- [7] ASTM D7905 (2014). Standard test method for determination of the Mode II interlaminar fracture toughness of unidirectional fiber-reinforced polymer matrix composites. ASTM International.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Optimización del tráfico en casetas de cobro mediante sistemas electrónicos de peaje

Víctor Hilario Pérez Echevarría*
Eduardo Betanzo Quezada

Resumen

Los sistemas de cobro electrónico de peaje en las carreteras de cuota se han implementado debido a que mitigan el congestionamiento que se produce en horas pico en las casetas de cobro convencionales, a partir de los tiempos de transacción que son necesarios para utilizar el servicio. Al dejar de circular a la velocidad de operación y detenerse a realizar el pago, se generan tiempos de espera de hasta 15 minutos. El objetivo de esta investigación es evaluar y comparar los impactos de ambos sistemas utilizando modelos de micro-simulación de tráfico mediante el *software* AIMSUN, con la finalidad de comprobar con mayor precisión los parámetros de tráfico en ambos sistemas. Para el estudio, se realizaron aforos en la caseta de cobro Palmillas de la autopista México-Querétaro, cuyos datos de entrada se calibraron para el uso del *software*; los escenarios se simularon con los datos de salida validados. Los resultados muestran una mejora del 63.66% en tiempo, 99.10% en velocidad y 12.07% en consumos de combustible cuando se utilizan los sistemas electrónicos de peaje.

Antecedentes

El cobro de cuotas por medio de un sistema electrónico moderno es el camino hacia un método eficaz de cobro de peajes. Los sistemas denominados Electronic Toll Collection (ETC), a nivel internacional, son definidos como una parte de un sistema inteligente de transporte que utiliza las tecnologías para automatizar el proceso de pago de peaje por la ventaja de reducir el tiempo de transacción y el congestionamiento que se pueda

producir (Komada *et al.*, 2009; Abdelwahab, 2016). La implementación de estos sistemas conlleva una serie de beneficios en términos de optimización de tráfico, ya que reducen considerablemente los tiempos de viaje que se producen al cobrar el peaje (Soriguera *et al.*, 2010; Ovelheiro 2011).

Algunos de los indicadores más importantes en los niveles de servicio son los diferentes tiempos que pueden generarse en una vialidad; por ende, si los ETC optimizaran los tiempos, se mejoraría de manera directa el nivel de servicio de dichas vialidades (Askoy y Celikoglu, 2014). Una zona congestionada produce un efecto de aceleración y desaceleración, lo cual genera un mayor consumo de combustible, a diferencia de ir a una velocidad de operación constante.

Para analizar a detalle los beneficios que conllevan a la utilización de los ETC, se recomienda la implementación de modelos de simulación de tráfico, debido a que se pueden analizar y evaluar los escenarios mediante modelos que proporcionan una visualización de tráfico actual, lo que propicia un análisis más realista (Salgado *et al.*, 2010; Rampinelli y Simic, 2016).

Descripción del problema

El sistema convencional para el cobro manual en casetas de peaje genera mayores tiempos de transacción, los cuales, al acumularse, generan una alta demanda de tráfico. Si una vialidad no cumple una demanda para la que fue diseñada puede generar congestionamientos. Uno de los principales efectos que se producen por estos últimos es la constante frecuencia de ciclos de aceleración y desaceleración de los vehículos. En consecuencia, al tener bajas velocidades, los vehículos tienen un mayor consumo de combustible.

Justificación

Se carece de metodologías para la evaluación e implementación de sistemas de cobro de peaje; a partir de este proyecto, se generará un escenario de micro-simulación de tráfico que analice el sistema actual en una caseta de cobro manual y lo compare con un sistema de cobro electrónico. Es importante estudiar el comportamiento del tráfico en función de tiempo, velocidades y consumos de gasolina, optimizados con un sistema de cobro. Se dispondrá, así, de una

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, México
* Contacto: victorechevarria7@gmail.com; betanzoe@uaq.mx

metodología aplicable a carreteras en otros estados o países donde se considere la implementación de ETC en aras de mejorar el nivel de servicio de la red carretera.

Hipótesis

La implementación de sistemas de cobro electrónico en las casetas de peaje de la red federal de carreteras en México conduce a optimizar tiempo, consumo de combustible y velocidad durante las transacciones de cruce, los cuales son factores a considerarse.

Objetivo

Comparar un escenario actual e hipotético de los sistemas de cobro manual y electrónico, por medio de micro-simulación de tráfico, para demostrar la optimización de los tiempos de viaje, velocidades y consumos de combustible, con la finalidad de desarrollar una metodología para la implementación de estos sistemas.

Metodología

En esta investigación, el trabajo de campo para la obtención de datos se realizó en la autopista México-Querétaro, en la caseta de cobro Palmillas, ubicada en el km 148; esta caseta consta de un total de 16 carriles en ambos sentidos, con un ancho de carril de 5 m cada uno; asimismo, cuenta con 14 líneas de casetas de cobro manual (MTC) y dos líneas ETC. Los tramos de desaceleración en las casetas de cobro cuentan con 3 carriles por cada sentido, con un ancho aproximado de 3 m cada uno. La clasificación de los vehículos se realizó de acuerdo con la nomenclatura establecida por

la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en sus datos viales recabados de aforos anuales. Consta de 7 tipos de vehículos: A, B, C2, C3, T3S2, T3S3 y T3S2R4. El aforo se llevó a cabo en la hora pico —de 7:00 a 9:00 horas— del día 16 de marzo de 2017; al mismo tiempo, se midieron las velocidades de operación, aceleración y desaceleración por medio de una pistola de velocidad, y se tomaron los tiempos de transacción con un cronómetro.

- Datos de entrada: de acuerdo con el Highway Capacity Manual (2010), se generaron los datos estadísticos de campo y se obtuvieron medias y valores frontera por cada uno de los tipos de vehículo. Toda la información fue calibrada.
- Elaboración del escenario: para la micro-simulación, se consideran todos los requerimientos necesarios: nodos, características vehiculares, dispositivos de control, planes de control, matriz origen y destino.
- Simulación microscópica: una vez concluidos los escenarios, se procedió a correr la simulación y se realizaron réplicas de ambos escenarios para obtener los resultados (figura 1).

Resultados

A partir de la micro-simulación, se observó una diferencia relativa aproximada del 5% con respecto del aforo real; esta diferencia fue validada. A su vez, se obtuvieron las gráficas de tiempos de viaje, velocidades promedio y consumo de combustible en los sistemas de cobro (MTC y ETC), en las cuales se observa el comportamiento de cada variable conforme transcurre la hora simulada (figura 2).

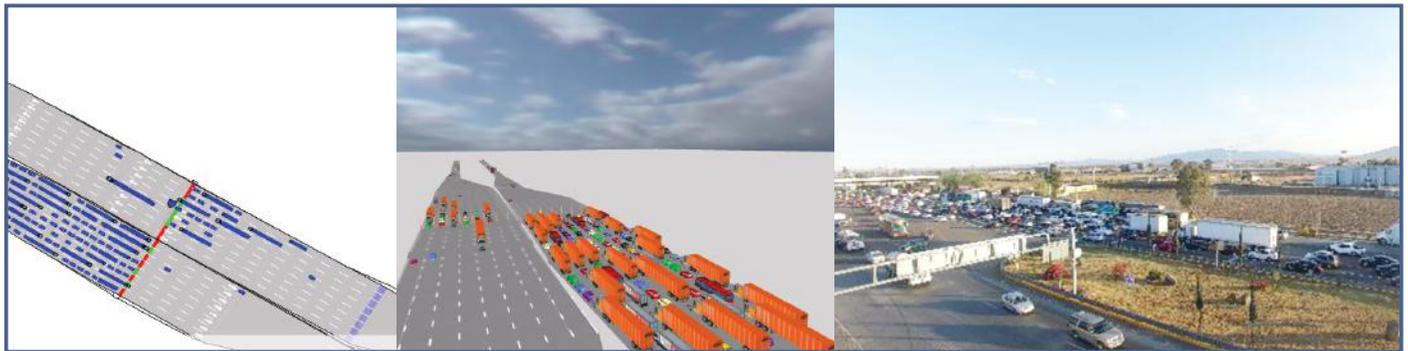


Figura 1. Simulación 2D, 3D y realidad.

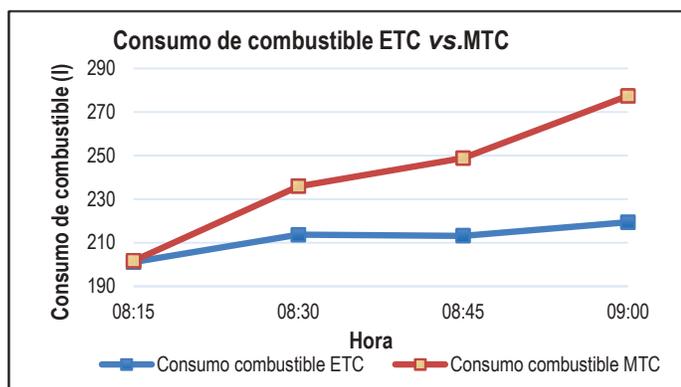
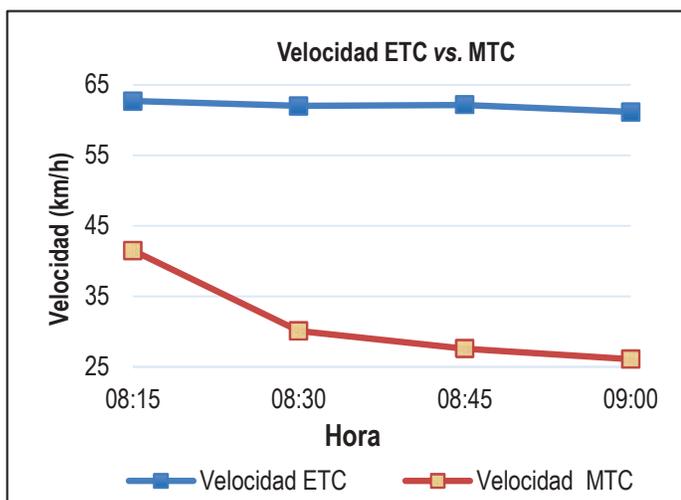
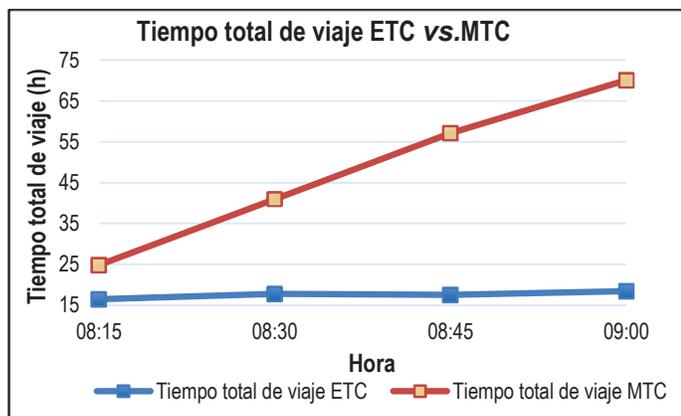


Figura 2. Comparaciones gráficas: tiempos, velocidades y consumos de combustible.

Se obtuvieron los tiempos totales de viaje, la velocidad promedio general y los consumos de combustible acumulados. Se registró una mejora de 63.66%, 99.10% y 12.07%, respectivamente, entre ambos sistemas, los cual se puede observar en la tabla 1.

Variable	MTC	ETC	Diferencia	Diferencia (%)
Tiempo total (h)	192.86	70.08	122.78	63.66
Velocidad (km/h)	31.10	61.92	31.88	99.10
Consumo de combustible (l)	963.69	847.38	116.31	12.07

Tabla 1. Comparativa de resultados finales

Conclusiones

Se estudian dos métodos diferentes de cobro en casetas de peaje; se mostraron los beneficios y las desventajas que se presentan entre ambos. La investigación expone la importancia de implementar mejores tecnologías y procedimientos para desarrollar sistemas inteligentes aplicados al transporte. Al analizar un caso real, se demuestran los beneficios asociados a los ETC en términos de la optimización de tráfico.

Se resalta la necesidad de adoptar estos tipos de sistemas en todo México, ya que, al mejorar velocidad, tiempo y consumo de combustible se pueden obtener beneficios sociales, económicos y ambientales.

Referencias bibliográficas

- Abdelwahab, H. (2016). Traffic micro-simulation model for design and operational analysis of barrier toll stations, *Ain Shams Engineering Journal*, In press.
- Askoy, G., & Celikoglu, H. (2014). Analysis of toll queues by micro-simulation: results from a case study in Istanbul, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 111, 614-623.
- Komada, K., Masukura, S., & Nagatani, T. (2009). Traffic flow on a toll highway with electronic and traditional tollgates, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 338, 4979-4990.
- Obelheiro, M., Cybis H., & Ribeiro, L. (2011). Level of service method for Brazilian toll plazas, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 16, 120-130.
- Rampinelli, R., & Simic, M. (2016). Traffic flow optimization in freeways, *Procedia Computer Science*, 96, 1637-1646.
- Salgado, D., Jovolic, D., Martin, P., & Aldrete, R. (2016). Traffic microsimulation models assessment—a case study of international land port of entry. *Procedia Computer Science*, 83, 441-448.
- Soriguera, F., Rosas, D., & Robusté, F. (2010). Travel time measurement in closed toll highways, *Transportation Research Part B: Methodological*, 44, 1242-1247.
- Transportation Research Board (TRB). (2010). *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, D.C., USA.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2017

Aleaciones Heusler para aplicación a dispositivos de magnetorresistencia gigante (GMR)

Diana Laura Dillanes Mora¹
José Alonso López Miranda²

Resumen

Estudiar las propiedades magnéticas de las aleaciones tipo Heusler resulta desafiante debido a que las interacciones interatómicas e intermoleculares siguen siendo un problema abierto en la física de materiales; una manera de estudiarlo es usando la teoría funcional de la densidad (DFT), por lo que se requiere una gran capacidad de súper cómputo, así como *software* especializado. Conocer las propiedades electrónicas y magnéticas de estas aleaciones es de suma importancia, ya que son materiales que se utilizan en dispositivos que presentan la propiedad de magnetorresistencia gigante (GMR). De las familias de aleaciones Heusler, Co_2FeSi y Co_2MnSi son ideales para aplicaciones espintrónicas, debido a su alto momento magnético (5.48 y $5 \mu\text{B}$ respectivamente). En este trabajo, se presentan los resultados del estudio de la energía de intercambio magnético a primeros vecinos, así como la densidad de estados de estos dos compuestos desde un enfoque físico y de ciencia de materiales.

Antecedentes

Las aleaciones Heusler, nombradas así por el ingeniero alemán Friedrich Heusler, se consideran interesantes porque algunas de ellas son ferromagnéticas, aunque los átomos que las

constituyen no lo sean individualmente. La estructura de estas aleaciones es cúbica, centrada en las caras (FCC), con base de cuatro átomos. Los miembros de la familia Heusler con fórmula unidad A_2BC son conocidos como Full-Heusler; estos compuestos fueron los primeros en ser sintetizados y estudiados usando cálculos de estructura electrónica.

La influencia del espín en las propiedades de transporte electrónico de los materiales ferromagnéticos son nuevos campos de investigación en expansión. Un aspecto importante es el estudio de materiales con nuevas propiedades, como el fenómeno de la magnetorresistencia gigante (GMR). La GMR ha sido establecida como un fenómeno mecánico cuántico único que se ha observado en estructuras de película delgada, compuestas de alternancia ferromagnética y capas no magnéticas. Con la GMR se logra que, con cambios muy pequeños en el campo magnético aplicado en materiales especiales, se induzcan grandes variaciones en su resistencia eléctrica.

Descripción del problema

Realizar los cálculos de acoplamiento de intercambio isotrópico y la densidad de estados de las aleaciones Heusler completas, así como el estudio electrónico de los compuestos, resulta desafiante debido al uso de súper cómputo y *software* especializado usando el código de primeros principios SPRKKR, basado en la teoría funcional de la densidad (DFT).

Justificación del proyecto

El cálculo computacional de la estructura electrónica es importante en la determinación de las propiedades magnéticas de las aleaciones, especialmente para la predicción de su ferromagnetismo.

Hipótesis

Demostrar las propiedades semimetálicas de las aleaciones Heusler, a través de los cálculos de acoplamiento de intercambio isotrópico y densidad de estados con el uso de códigos de primeros principios.

Objetivo

Estudiar las propiedades físicas de los compuestos Heusler usando *softwares* de primeros principios y analizar las diferencias al sustituir Fe por Mn para posteriormente aplicarlo a dispositivos GMR.

¹dillanes6277@gmail.com

²Asesor, alonso.lopez@uaq.com.mx
Universidad Autónoma de Querétaro

Metodología

Para concretar los cálculos, se realizó la instalación del *software* de primeros principios Spin Polarized Relativistic Korringa-Kohn-Rostoker (SPR-KKR) en el sistema operativo Linux, en equipo de cómputo propio. Con este *software*, se hicieron dos principales cálculos: acoplamiento de intercambio isotrópico y densidad de estados de los dos compuestos. Se realizó una amplia revisión bibliográfica para analizar los resultados y determinar si son buenos candidatos o no lo son para su aplicación a dispositivos GMR.

Resultados y discusión

En las figuras 1 y 2, se analizan las interacciones a primeros vecinos. Se puede observar, que en las gráficas de Co_1 y Co_2, tienen las interacciones más fuertes debido a que están centradas en elementos metálicos de transición, mientras que, en las gráficas de Mn y Si, no representan una interacción significativa con los demás átomos vecinos, ya que el silicio (Si) es un elemento no magnético y su aporte energético es casi nulo.

Este acoplamiento está caracterizado por un valor numérico J que expresa esencialmente la energía necesaria para cambiar la orientación de un momento magnético en presencia del otro. Este número J puede ser positivo o negativo y su signo expresa la tendencia de los momentos magnéticos a alinearse con misma dirección, o de ubicarse paralelos en dirección contraria.

En la figura 3, se muestran las gráficas de densidad de estados para ambos compuestos. Al entender y estudiar este cálculo se puede indicar cómo se distribuyen los espines a lo largo de la energía de Fermi, lo cual es importante para entender las propiedades de los materiales semimetálicos y poder manipularlas con agentes externos, como temperatura, presión o campo magnético. Se observa que el nivel de energía de Fermi sólo está poblado por espines arriba, lo cual indica que es un compuesto semimetálico; esta es una de las características que se está buscando, ya que puede ser manipulado y transportar información en dispositivos.

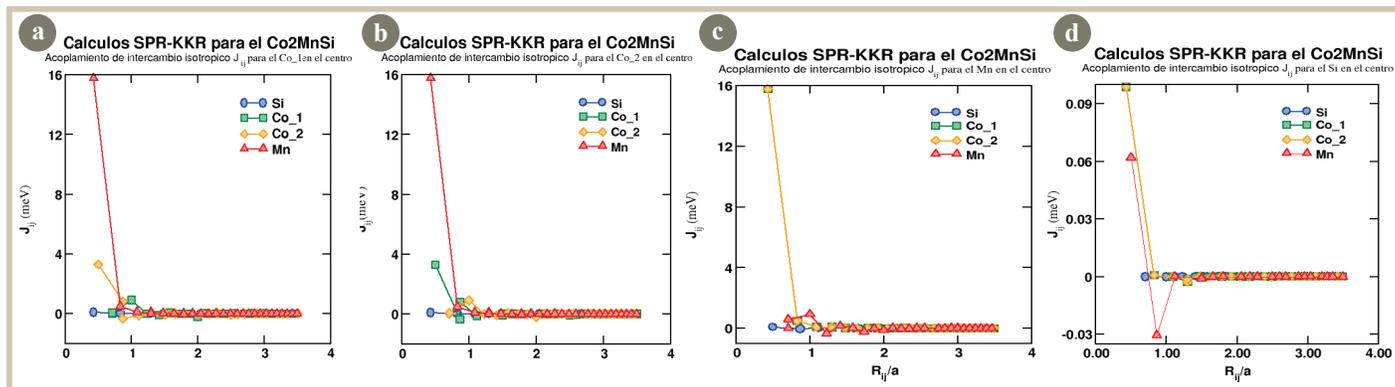


Figura 1. Acoplamiento de intercambio isotrópico para el Co2MnSi: a) centrado en Co_1; b) centrado en Co_2; c) centrado en Mn; d) centrado en Si.

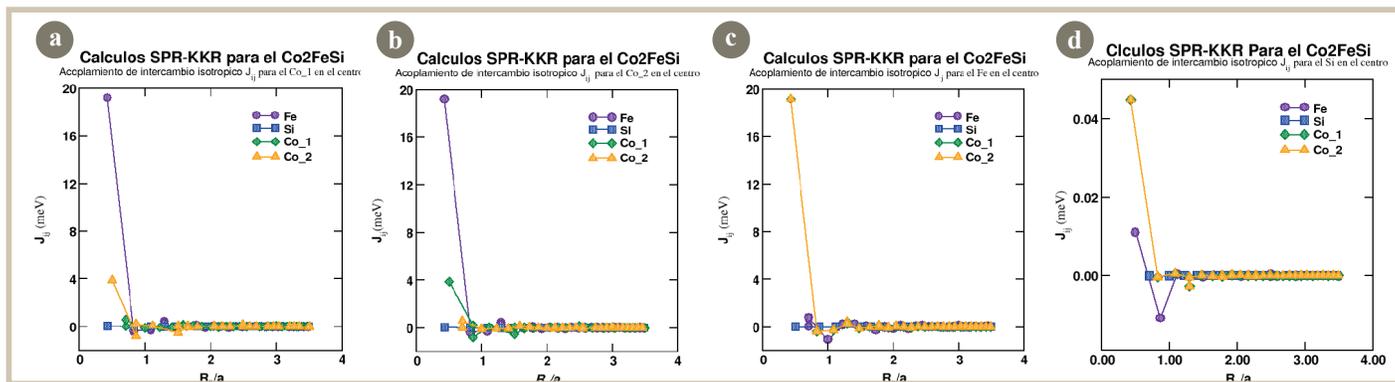


Figura 2. Acoplamiento de intercambio isotrópico para el Co2FeSi: a) centrado en Co_1; b) centrado en Co_2; c) centrado en Fe; d) centrado en Si.

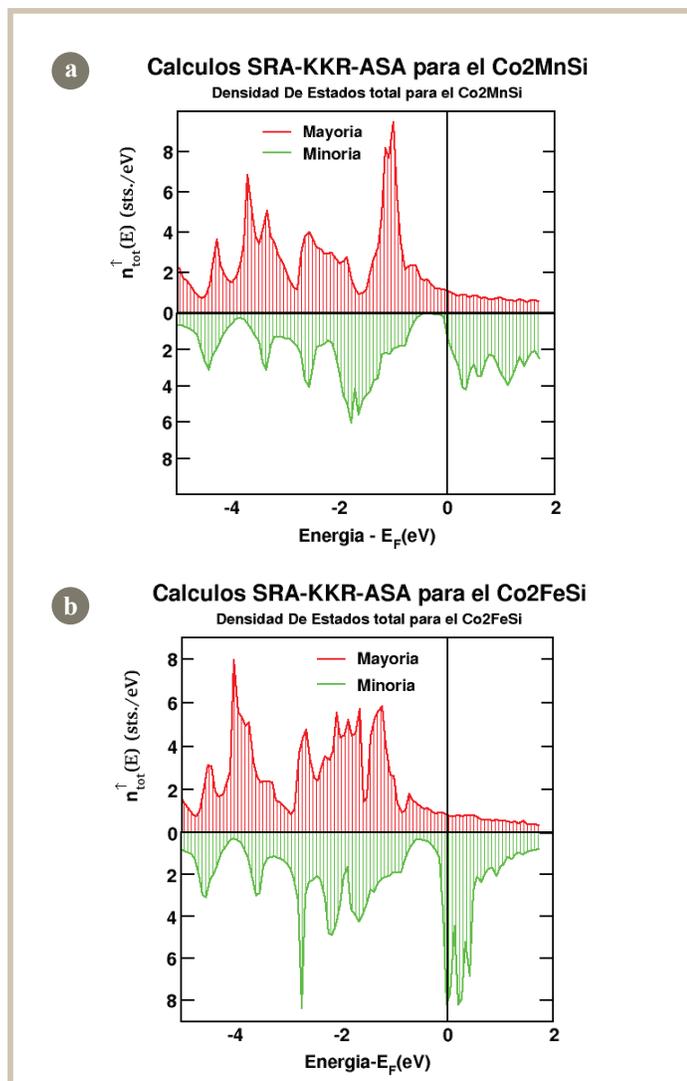


Figura 3. Densidad de estados total:
a) para el Co₂MnSi; b) para el Co₂FeSi.

Conclusiones

Con los resultados obtenidos, se pudo comprobar que las aleaciones Co₂MnSi y Co₂FeSi presentan las características de un compuesto semimetálico y se observa el comportamiento de su ferromagnetismo o antiferromagnetismo. Un material con características ferromagnéticas logra ordenarse con más facilidad con todos sus momentos magnéticos. En ambas aleaciones, se dan las interacciones más fuertes en el átomo de cobalto, mientras que, en su gráfica de densidad de estados, se observa que está poblado en gran parte por espines arriba y son potenciales para dispositivos de magnetorresistencia gigante.

Referencias

- Balke B (2007). Special Heusler Compounds for Spintronics Applications. Tesis de doctorado en Ciencias. Alemania: Universidad de Maguncia.
- Center, TU (kein Datum). *Heuslers | Home*. Von Heusleralloys.mint.ua.edu: <http://heusleralloys.mint.ua.edu/> abgerufen
- Felser C y Atsufumi H (2016). *Heusler Alloys*. Suiza: Springer Series in Materials Science.
- Ortiz OR (2008). Detrás de la magnetorresistencia gigante. *Conversus*, 3.
- Thoene J, Chadov S, Fecher G, Felser C y Kübler J (2009). Exchange energies, Curie temperatures and magnons in Heusler compounds. *IOP Science*, 7.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Magnetismo en aleaciones tipo Heusler con base manganeso $Mn_2 YZ$: aplicación a espintrónica

María Guadalupe Morales Trejo¹
José Alonso Miranda²

Resumen

En este trabajo, se presenta un estudio de la energía de intercambio magnética y la densidad de estados realizado a dos aleaciones tipo Heusler con base manganeso: $Mn_2 CoGa$ y $Mn_2 NiAl$. Este estudio tiene como propósito describir su interacción interna entre los átomos vecinos y conocer sus propiedades magnéticas para su posible uso en espintrónica.

Fundamentación teórica

En presencia de un campo magnético, los materiales se dividen en paramagnéticos, diamagnéticos y ferromagnéticos. Los materiales ferromagnéticos poseen un momento magnético espontáneo que permite un orden hacia el mismo sentido en que fluye el campo, característica requerida en la espintrónica.

Existe un tipo de aleaciones ferromagnéticas L21 que están compuestas por 4 átomos de estructuras fcc (cúbica centrada en las caras), llamadas aleaciones Heusler, que crean una corriente polarizada en espín. Estas aleaciones fueron descubiertas por el ingeniero alemán Friedrich Heusler, quien notó que ocurría algo interesante en estas aleaciones, pues se comportaban como un material ferromagnético pese a que sus elementos no lo fueran.

Con el paso de los años (1900), se encontró que la estructura general de dichas aleaciones es $X_2 YZ$,

donde X e Y son elementos de transición y Z es un elemento del grupo III, IV o V (Villarreal, Grima, Briceño); pero estas aleaciones tienen la característica de que, al pasar de su temperatura de Curie, pierden su propiedad ferromagnética. Continúan las investigaciones para generar la aleación óptima que pueda ser implementada en el ámbito electrónico por sus propiedades de almacenamiento masivo de datos.

Las aleaciones Heusler, debido a su propiedad ferromagnética de poseer un momento magnético sin necesidad de un campo externo, son de suma importancia en el ámbito de la espintrónica, debido a la posibilidad de manipular el espín de los átomos induciendo un campo magnético. Gracias a estas aleaciones, se pueden desarrollar nuevos dispositivos espintrónicos, tales como uniones de túneles magnéticos y magnetorresistencias gigantes (GMR).

Descripción del problema

Las aleaciones Heusler son una clase de material con excelentes propiedades magnéticas y, en su mayoría, son de bajo costo. Se usan como principal componente en los dispositivos espintrónicos, por su característica ferromagnética de alinear su espín paralelamente al campo magnético aplicado.

Justificación del proyecto

Caracterizar las aleaciones tipo Heusler ($Mn_2 CoGa$ y $Mn_2 NiAl$) con un software de primeros principios SPR-KKR para poder diseñar nuevos prototipos espintrónicos.

Hipótesis

Se busca comprobar que las aleaciones $Mn_2 CoGa$ y $Mn_2 NiAl$ son ferromagnéticas o antiferromagnéticas, debido a la energía de intercambio que presenta cada átomo con sus vecinos cercanos, así como semimetálicas, por la interpretación de la gráfica de densidad de estados. Del mismo modo, se busca verificar el momento magnético de cada aleación.

Objetivo

Trabajar con programas de primeros principios (SPR-KKR) usando las aleaciones Heusler $Mn_2 CoGa$ y $Mn_2 NiAl$ para calcular sus propiedades magnéticas, como energía de intercambio, densidad de estados y momentos magnéticos.

¹ Contacto: lu.moralestrejo@hotmail.com

² alonso.lopez@uaq.com.mx

Universidad Autónoma de Querétaro

Metodología

Utilizando el paquete SPR-KKR, es posible calcular los parámetros de acoplamiento de intercambio J_{ij} del modelo de Heisenberg:

$$H_{ex} = - \sum_{i \neq j} J_{ij} e_i e_j$$

Donde e_i , e_j son los vectores unitarios que tienen las direcciones de los correspondientes momentos magnéticos locales en los dígitos i y j . Para encontrar el parámetro de acoplamiento de intercambio, se utiliza la formulación de Lichtensein y otros (1984):

$$J_{ij} = \frac{1}{4\pi} \int^{E_F} dE \text{Trace} \left(t_{i\uparrow}^{-1} - t_{i\downarrow}^{ij} \right) \tau_{\uparrow}^{ij} \left(t_{j\uparrow}^{-1} - t_{j\downarrow}^{ij} \right) \tau_{\downarrow}^{ij}$$

Pero este cálculo se puede obtener de un software de primeros principios como SPR-KKR, cuyo único requerimiento es ingresar el parámetro de red usando la base de datos que está disponible en varios centros de investigación, entre ellos, la Universidad de Alabama. Los parámetros son $5.91A'$ y $5.92A'$ para Mn_2CoGa y Mn_2NiAl , respectivamente.

Muchas propiedades físicas dependen del número de cada nivel energético o estado por unidad de rango de energía, a lo cual se le denomina densidad de estados, una función de energía. Siguiendo esta analogía, el número dN de estados en un intervalo de energía de está dado por el producto de la densidad de estados y el intervalo de energía:

$$dN = g(\varepsilon) d\varepsilon$$

Lo cual es lo mismo que decir:

$$g(\varepsilon) = \frac{dN}{d\varepsilon}$$

En la gráfica representativa de la densidad de estados, se muestra una línea paralela al eje y , que representa la energía de Fermi, la cual divide la banda de valencia (lado izquierdo) de la banda de conducción (lado derecho).

Resultados y discusión

Energía de intercambio y DOS de la aleación Mn_2CoGa .

El momento magnético arrojado para la aleación fue $7.3216\mu B$, contra el teórico de $7.7951\mu B$, lo que arroja un error de 6.47% , ya que los parámetros de red no fueron optimizados, pero de eso se trata la siguiente parte del proyecto. Al presentar momento magnético en ausencia de un campo externo, indica que es un material ferromagnético o antiferromagnético.

En la figura 1, se muestra el comportamiento de los átomos con respecto de sus vecinos. En la mayoría de los casos, la interacción se encuentra en el eje positivo de y , lo que indica la presencia de un material ferromagnético.

En la figura 1a se muestra que la interacción entre la energía del manganeso centrado, con respecto de sus vecinos cercanos, tiene una relación ferromagnética al presentarse en la parte positiva del eje y . Lo mismo ocurre en la figura 1b (cobalto centrado), pues se observa que, en la primera interacción, que tiene con el manganeso, alcanza una energía de aproximadamente 23 meV . Para el caso del aluminio (figura 1c), sus interacciones resultan despreciables, ya que su orden de magnitud no alcanza 1 meV .

En la figura 1d, se presenta la gráfica de la densidad de estado total, en la cual se aprecia el gap en la energía de Fermi; este gap tiene un tamaño de 4.948 estados/eV , con lo que es factible afirmar que la aleación es semimetálica. Por último, en la figura 1e se presenta la aportación que brinda cada átomo a la densidad de estados; el cobalto y el manganeso —elementos ferromagnéticos— son los que más aportan, mientras que Ga tiene una mínima aportación, al no ser un elemento tipo ferromagnético.

Energía de intercambio y DOS de la aleación Mn_2NiAl

En el caso de esta aleación, el programa de primeros principios SPR-KKR arrojó un momento magnético de $6.0946 \mu B$, contra el teórico $6.8174 \mu B$; con esto, nos da un error de 10.6% , nuevamente debido a que el

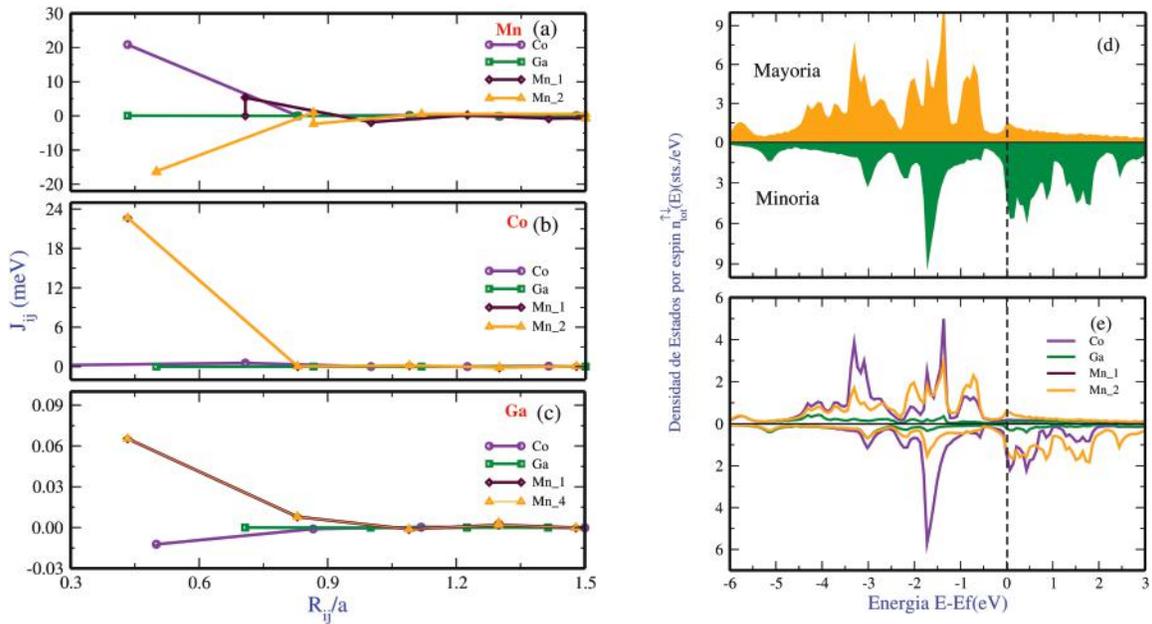


Figura 1. Parámetro de acoplamiento de intercambio de Mn_2CoGa en función de la distancia entre los momentos magnéticos de giro: a) Mn_1 en el centro; b) Co en el centro; c) Ga en el centro, DOS de la aleación Mn_2CoGa ; d) total; e) aportada por cada átomo.

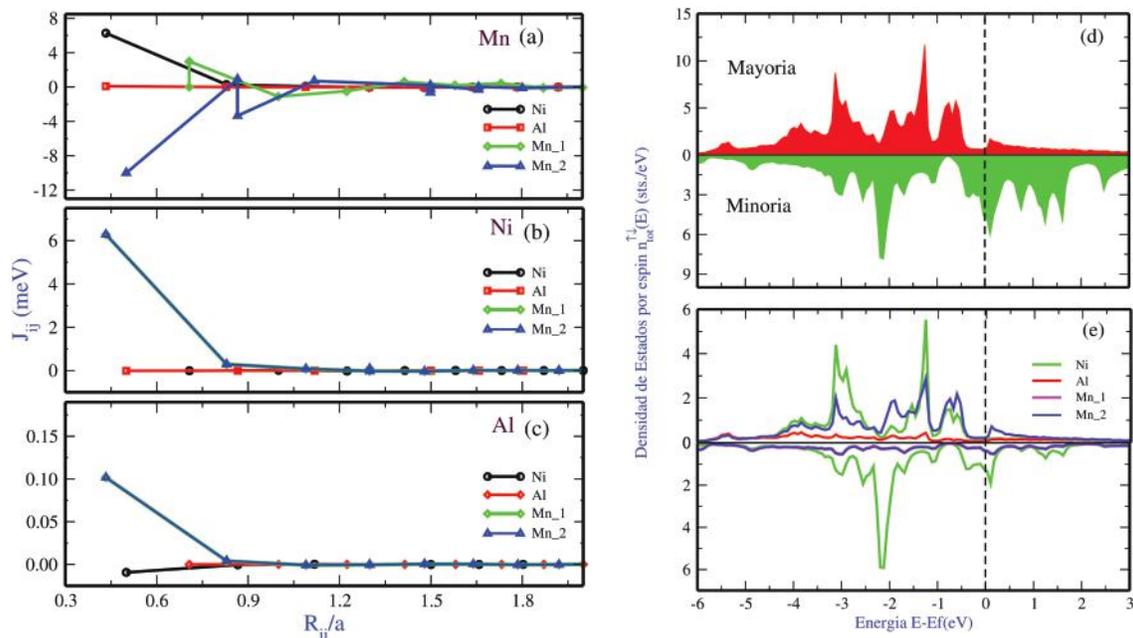


Figura 2. Parámetro de acoplamiento de intercambio de Mn_2NiAl , en función de la distancia entre los momentos magnéticos de giro: a) Mn_1 en el centro; b) Ni en el centro; c) Al en el centro, DOS de la aleación Mn_2NiAl ; d) total; e) aportada por cada átomo.

parámetro de red no fue el óptimo. Al presentar momento magnético, se puede asegurar que el material será tipo ferromagnético o antiferromagnético.

En la figura 2a, se encuentra el manganeso centrado y se compara el intercambio de energía con sus vecinos

cercanos. Se nota que, en la primera interacción con el otro átomo de, manganeso tiene una energía de intercambio de aproximadamente -11meV , hecho que lo define como material tipo antiferromagnético. Al pasar a la figura 2b (níquel centrado), se nota que las interacciones muestran propiedades ferromagnéticas, debido a que la energía de intercambio, con cada átomo

de manganeso, es de 6 meV. Sin embargo, al realizar una ponderación, se llega a afirmar que la aleación Mn_2NiAl es tipo antiferromagnética. El aluminio presenta interacciones despreciables.

En la figura 2d, se tiene la gráfica total de densidad de estados, en la cual se cuenta con un gap de 7.02 estados/eV; la mayor parte del gap se encuentra en la zona de minoría, que equivale a la banda de valencia. La figura 2e presenta la aportación que brindó cada elemento a la densidad de estados; el Ni da la mayor aportación.

Conclusiones

Las aleaciones Heusler pueden estar compuestas por materiales que no son ferromagnéticos, pero, en su conjunto cumplen, con esta característica. Este tipo de materiales es esencial en el estudio cuántico del espín (espintrónica), por su capacidad de orientar sus espines al momento de inducirle un campo magnético. Ambas aleaciones fueron tratadas con una base en Mn_2 ; ambas resultaron semimetálicas, pero, al variar CoGa por NiAl, el material ya deja de ser ferromagnético para ser antiferromagnético.

Referencias bibliográficas

- [1] Villarreal M, Grima P, Briceño J y Lobo H (2012). Introduction to spintronic. Academia, 11(21), 53-58.
- [2] Butler B, Ghosh A, Munira K (2008). University of Alabama. Disponible en línea: <http://heusleralloys.mint.ua.edu>
- [3] Persson K, Asta M, Ceder G y Gunter D (s/f). The Materials Project. Disponible en línea: <https://materialsproject.org>
- [4] Felser C y Hirohata A (2016). Heusler alloys: properties, growth, applications, vol. 222. EUA: Springer.
- [5] Felser C y Fecher G (2016). Spintronics for materials to devices, vol. 222. EUA: Springer.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017
Fecha de aceptación: 24 de noviembre de 2017

Control de estabilidad en robot humanoide de 20 grados de libertad mediante acelerómetro de 3 ejes

David Dorantes Carrizo,^{*1}
Gerardo Israel Pérez Soto,²
Luis Alberto Morales Hernández²

Resumen

Debido a la inestabilidad inherente de los robots bípedos, existen diferentes técnicas para controlarlos. El objetivo de este trabajo es presentar una revisión descriptiva de algunas técnicas de control para el equilibrio estático y dinámico, así como de algoritmos para la generación de patrones de marcha desarrollados en la robótica bípeda. El trabajo también contiene una breve terminología de la locomoción bípeda. Las técnicas de control descritas se basan en la teoría de control a partir de modelos dinámicos de los robots bípedos.

Antecedentes o fundamentación teórica

Los movimientos en diversos mecanismos que requieren estabilización son muy indispensables, por ejemplo, en la medicina, con las nuevas tecnologías en las que se implementan robots autónomos que realizan operaciones imposibles de realizar por el ser humano; también en la industria aérea, la estabilización de los aviones de manera autónoma es indispensable, entre otras ramas. Por ello, se requiere el uso de mecanismos que se puedan estabilizar, así que es necesario seguir estudiando y mejorando estos aspectos.

¹ Alumno de licenciatura Ingeniería Electromecánica, Facultad de Ingeniería, campus San Juan del Río, Universidad Autónoma de Querétaro

² CA Mecatrónica, Facultad de Ingeniería, campus San Juan del Río, Universidad Autónoma de Querétaro

* Contacto: david24dc96@yahoo.com

En la Facultad de Ingeniería de San Juan del Río, Querétaro, se están desarrollando e implementando tecnologías y conocimientos para el desarrollo de robots humanoides que sean capaces de realizar rutinas para resolver diversos problemas con base en la programación implementada.

Los robots con los que cuenta la Universidad Autónoma de Querétaro son humanoides Bioloid tipo A; cuentan con 18 servomotores y únicamente dos sensores que, en la mayoría de los casos, son insuficientes para realizar diferentes tareas. Por lo tanto, se decidió hacer uso del acelerómetro para estabilizar al robot humanoide y evitar que sufriera caídas o descontrol en los movimientos que estuviera programado a realizar.

El acelerómetro a utilizar fue el MMA7361LC. Es muy compacto y fácil de utilizar por su diseño; además, tiene una sensibilidad ajustable que oscila entre 1.5 y 6 g, según se requiera. Funciona con voltajes de 2.2 a 3.6 V.

La forma de controlar el acelerómetro, junto con los servomotores que tiene el robot humanoide Bioloid tipo A, es con el controlador CM530, ya incluido en el paquete del robot; asimismo, la programación se lleva a cabo con la suite de programas de RoboPlus (descargable gratuitamente) o con librerías Open Source, descargables gratuitamente para C/C++, C#, LabView, MATLAB, Visual Basic, Java (eclipse), etcétera.

Descripción del problema

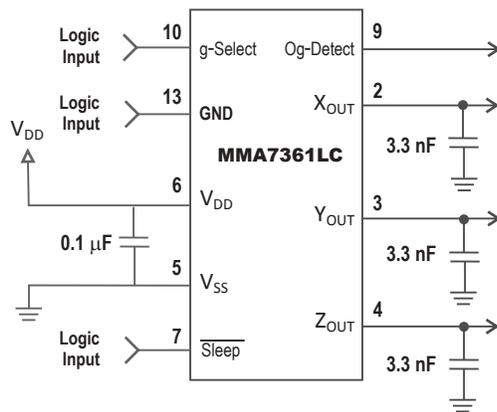
Desde el año 2013, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro ha adquirido diversos robots del tipo humanoide con propósitos de investigación, con los que se han realizado diversos trabajos, sin embargo, carecen de una señal de retroalimentación que indique la inclinación del robot, por lo que no se tiene noción de cuando el robot se está cayendo o cuando está recostado en el suelo. Por lo que no se puede evitar la caída cuando se enfrenta a un obstáculo no previsto.

Justificación del proyecto

La tecnología es cada vez más importante en la vida cotidiana del ser humano y en diferentes campos, como la industria, la agricultura y la medicina, entre otros. Los robots tienen un papel muy importante en el área

Pin Descriptions

Pin No.	Pin Name	Description
1	N/C	No internal connection Leave unconnected
2	X _{OUT}	X direction output voltage
3	Y _{OUT}	Y direction output voltage
4	Z _{OUT}	Z direction output voltage
5	V _{SS}	Power Supply Ground
6	V _{DD}	Power Supply Input
7	Sleep	Logic input pin to enable product or Sleep Mode
8	NC	No internal connection Leave unconnected
9	Og-Detect	Linear Freefall digital logic output signal
10	g-Select	Logic input pin to select g level
11	N/C	Unused for Factory trim Leave unconnected
12	N/C	Unused for Factory trim Leave unconnected
13	Self Test	Input pin to initiate Self Test
14	N/C	Unused for Factory trim Leave unconnected



Accelerometer with Recommended Connection Diagram

Figura 1. Semiconductor Freescale (2011). Data Sheet: Technical Data, East Elliot Road Tempe, Arizona 85284. Disponible en línea: www.freescale.com/support.

de la medicina, ya que se usan en terapias para personas que padecen de algún tipo de discapacidad; asimismo, también se usan brazos robóticos para hacer cirugías con mayor precisión. Por ello, es de gran importancia seguir investigando con este tipo de tecnología y tratar de mejorar el funcionamiento de los diferentes tipos de robots.

La Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Querétaro, cuenta con diversos robots de tipo humanoide, los cuales se usan para trabajos de investigación, así como para competencias internacionales, como el XXI FIRA RoboWorld Cup and Congress, celebrado en la ciudad de Beijín, China,

en el año 2016; en él, se ganaron varios premios de primer lugar.

Es muy importante mantener en mejora continua el desempeño de estos robots; por ello, en este trabajo se aplica un sistema de control de estabilidad basado en una señal de retroalimentación de un acelerómetro de tres ejes.

Hipótesis

Es posible controlar la estabilidad en un robot humanoide de 22 grados de libertad mediante un sistema de control con una señal de retroalimentación de un acelerómetro de tres ejes.

Objetivos

Controlar la estabilidad en un robot humanoide mediante un sistema de control basado en la implementación de un acelerómetro de tres ejes para facilitar los movimientos.

Metodología

Para implementar el acelerómetro en el robot humanoide, fue necesario probar previamente el acelerómetro; con tal fin, se realizaron varias pruebas con un programa creado en Arduino, con el cual se hizo la lectura del acelerómetro con varios cambios de posición instantánea, lo que simulaba la caída del robot humanoide. Se obtuvieron valores de voltaje, los cuales fueron convertidos en aceleración para verificar que realmente funcionaran. La forma de controlar los servomotores, junto con el acelerómetro, fue a través del controlador CM 530; asimismo, la forma de programación fue a través de la suite de programas de RoboPlus o con Librerías Open Source para C/C++, C#.

Resultados y discusión

Se tiene un robot totalmente autónomo, con la capacidad de estabilizarse cuando sufre alguna caída durante sus actividades, especialmente en aquellas en las que debe caminar o mantener cierta posición, además de controlar la estabilidad con los servomotores y el acelerómetro instalados.

Se realizaron varias pruebas y los datos obtenidos coincidieron con la tabla de datos del acelerómetro. De tal forma, verificamos que funcionara correctamente.

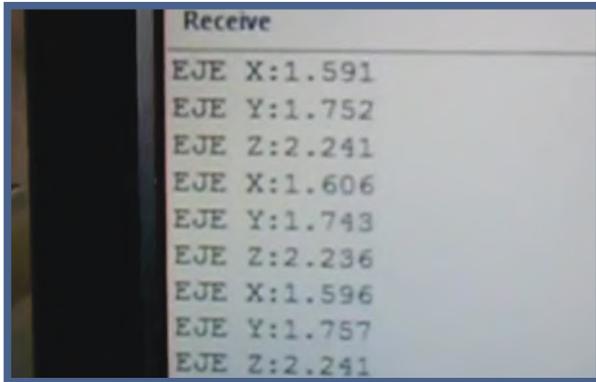


Figura 2

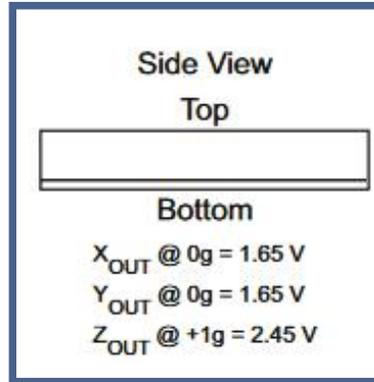


Figura 3

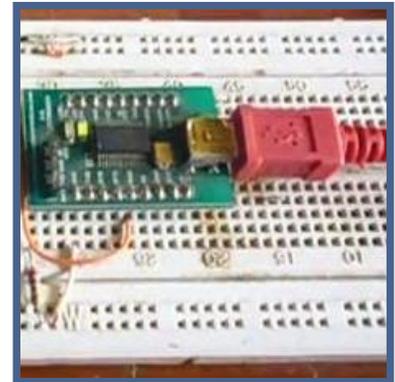


Figura 4

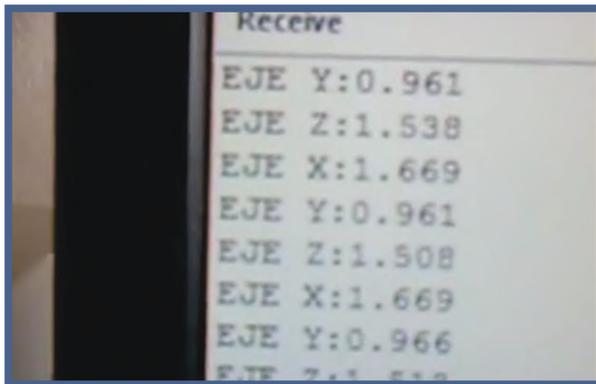


Figura 5

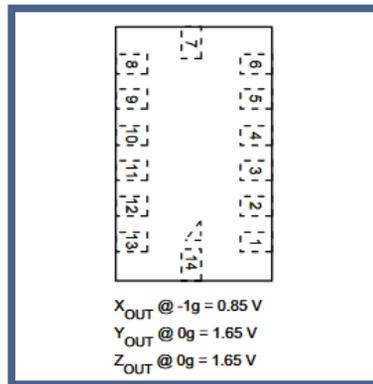


Figura 6



Figura 7

Figuras 2, 4, 5, 7. Pruebas realizadas en el acelerómetro (Dorantes, 2017).

Figuras 3, 6. Semiconductor Freescale (2011). Data Sheet: Technical Data, East Elliot Road Tempe, Arizona 85284. Disponible en línea: www.freescale.com/support.

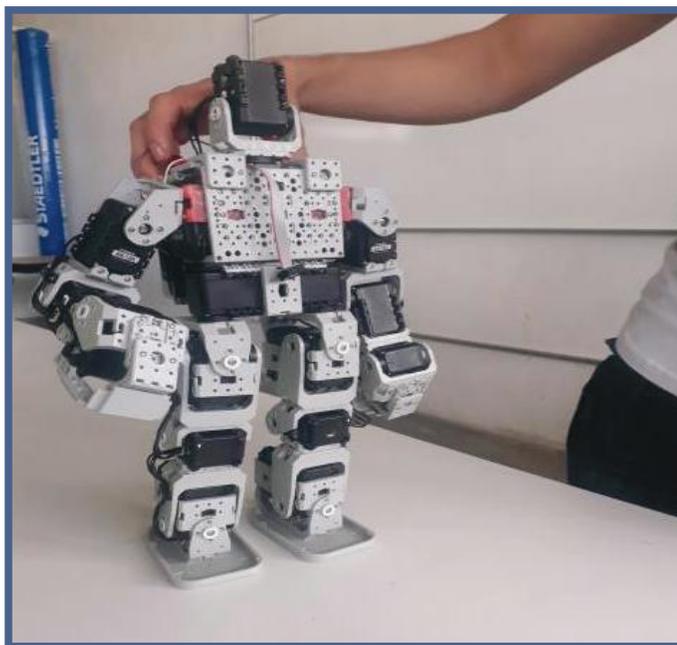


Figura 8. Robot utilizado para el desarrollo del proyecto (Dorantes 2017).

Conclusiones

Se tuvo el desarrollo del acelerómetro como medio para estabilizar el robot humanoide, a fin de mejorar los movimientos en las rutinas establecidas, así como el caminado, y evitar que sufra alguna caída en el desarrollo de la actividad. Si se diera el caso de que el robot caiga al suelo, el acelerómetro detectaría esa caída y, en consecuencia, el robot realizaría una rutina para ponerse de pie; esto es muy útil en las competencias en las que el robot debe caminar largas y cortas distancias.

Referencias bibliográficas

- [1] Datasheet del acelerómetro. Disponible en línea: <https://infusionsystems.com/support/MMA7361LC.pdf>
- [2] Especificaciones de robot humanoide Bioloid: <https://www.robotica.com/Producto/Controlador-BIOLOID-CM-530>

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2017

Permeabilidad y comportamiento mecánico de material para base en pavimentos flexibles

José Juan Cruz Márquez^{1*}
Omar Chávez Alegría²

Resumen

La calidad del material para base en los pavimentos flexibles es muy variada y, al ser la segunda capa en orden de importancia y de costo, se debe considerar ampliamente su control, debido a que en ella recaen la distribución de los esfuerzos y la conductividad hidráulica. Estos parámetros necesitan ser evaluados en distintas granulometrías y a distintos contenidos de humedad; de esta forma, se encuentra un rango óptimo tanto en drenaje como en resistencia. La filtración de agua a un material no drenante provocará deformaciones prematuras y valores bajos en la prueba de California Bearing Ratio (CBR), con lo cual se reducirá el periodo de vida del pavimento. El objetivo de esta investigación es demostrar las deficiencias en los materiales utilizados comúnmente en la construcción de bases, para sugerir una experimentación mucho más extensa en cuanto a muestreo y variables implícitas, así como para mejorar la metodología relativa a la obtención de la conductividad hidráulica, ya que no es un parámetro normado en el país para estos materiales. Los resultados obtenidos con la metodología propuesta muestran gran similitud con la literatura: se obtuvieron valores de permeabilidad del orden de $1.28 \cdot 10^{-3}$ a

$1.90 \cdot 10^{-3}$ cm/s y se observó que no sólo es importante reducir el porcentaje de material fino; su plasticidad, además, influye directamente en el desempeño hidráulico y de resistencia de la base, pues el coeficiente no llega a los valores óptimos propuestos en los manuales americanos de 0.35 cm/s, aun con un contenido de finos de 3.62 por ciento.

Antecedentes

La evaluación de las propiedades mecánicas y de la calidad de los materiales en los pavimentos es una actividad rutinaria en su construcción. El diseño de sus capas se enfoca en no permitir el paso de agua, es decir que son impermeables; sin embargo, el paso de agua es inevitable y el análisis de ese escenario no es evaluado.

La permeabilidad es la capacidad de un suelo para transportar agua y está denotada por el coeficiente de permeabilidad k , que indica la tasa de flujo de un líquido a través de una unidad de área. La permeabilidad y su eficiencia en pavimentos ya ha sido evaluada y se ha encontrado que un pavimento con subdrenaje adecuado o permeable tiene el doble o triple de vida de servicio, en comparación con un pavimento con un drenaje deficiente (Forsyth *et al.*, 1987).

Las bases permeables son un concepto que inició en 1990. La Federal Highway Administration (FHWA), en sus notas técnicas 90-01, menciona que, para que una base sea permeable y eficiente, deberá contar con un coeficiente de permeabilidad de 0.35 cm/s. Para la evaluación estructural de las bases, la mayoría de los investigadores se basa en el módulo resiliente, ya que, a diferencia del CBR, aporta información del comportamiento dinámico y deformaciones, no sólo de resistencia. Este valor varía de acuerdo con distintos parámetros, ya sea que se trate de cambios en el contenido de agua o de la naturaleza de sus materiales; para el caso de los suelos limpios, el cambio en los contenidos de humedad es nulo (Hicks y Monismith, 1971).

Para los materiales de bases, los cambios en el módulo resiliente se verán afectados con variaciones ligeras del contenido óptimo de humedad (Soliman y Shalaby, 2015). Para los suelos granulares casi limpios, se ha observado que la influencia del material fino en los

¹ Posgrado en Ingeniería, maestría en Vías Terrestres y Movilidad, Universidad Autónoma de Querétaro

² Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

* Contacto: josejuan.cm@outlook.com; omar.chavez@uaq.mx

módulos resilientes se presenta con contenidos arriba del 5% del total de la muestra y que su rigidez tiende a disminuir cuando es compactado con una humedad superior a la óptima (Khosravifar *et al.*, 2013).

Descripción del problema

La capacidad de los pavimentos para comportarse adecuadamente en presencia de agua superficial y subyacente a la superficie es deficiente. En la normativa estipulada por la SCT: N-CMT-4-02-002/11 de bases, el parámetro que refleja este comportamiento no está considerado; es decir, el coeficiente de permeabilidad. Este coeficiente está ligado al comportamiento mecánico del pavimento; por lo tanto, es necesario considerar el análisis del módulo resiliente, ya sea por correlaciones al CBR o con el equipo apropiado, cosa que tampoco se evalúa.

El mantenimiento de las obras de drenaje es deficiente y propicia la saturación de la superficie, lo cual la vuelve insegura al tránsito y, progresivamente, la lleva a la falla. Para considerar un diseño permeable en la base, la lámina de lluvia anual en la región debe rebasar los 125 mm (Bejarano *et al.*, 2003); de acuerdo con los reportes anuales de CONAGUA (2014 y 2015), la lámina de lluvia para la región de Puebla oscila entre los 1400 a 1775 mm.

Justificación del proyecto

Los pavimentos flexibles, a diferencia de un pavimento de concreto hidráulico, son más susceptibles a deformaciones y permiten de manera progresiva la penetración del agua a través de toda la superficie y hacia las capas inferiores; esto acarrea, en consecuencia, un deterioro prematuro y fallas en su estructura. Un sistema permeable mejorará ese comportamiento, con dos o más capas encargadas de la filtración y el desalojo de agua, lo que reducirá los costos de mantenimiento y aumentará el periodo de vida hasta en 270%, así como también favorecerá un ahorro por kilómetro de 3 millones de pesos de construcción, si se toma en cuenta el geotextil que estas bases llevan y su mantenimiento durante 10 años (Bouchédid y Humphrey, 2005).

Pero para poder aplicar las metodologías y recomendaciones de la literatura, se debe conocer el

comportamiento de las bases hidráulicas en el país, para así mejorar las metodologías y conseguir resultados útiles o líneas de investigación que complementen este trabajo.

Hipótesis

Los materiales para base hidráulica con contenido de finos menor a 5% del peso total de la muestra presentarán características permeables óptimas; es decir, se adecuarán a las recomendaciones de la FHWA, además de que obtendrán un CBR dentro de los parámetros de la SCT.

Objetivo

Caracterizar y comparar el material de base hidráulica de resistencia en CBR y permeabilidad, para lo cual se definirá la correlación entre CBR, permeabilidad y las características gravimétricas; asimismo, se validará la metodología con los datos encontrados en la literatura.

Metodología

El material de estudio es de la región de Puebla. Se ensayaron seis especímenes para permeabilidad, peso volumétrico seco máximo y CBR, con base en la normativa ASTM, como sigue:

- Clasificación: granulometría fracción gruesa (ASTM C136), granulometría fracción media y fina (ASTM C117), y límites de Atterberg (ASTM 4318).
- Comportamiento mecánico: peso volumétrico seco máximo mediante proctor modificada (ASTM D 1557) y ensayo CBR (ASTM D 1883).
- Permeabilidad (ASTM D 5856): esta prueba se realizó en un prototipo; el equipo adecuado no se encuentra disponible en los laboratorios, ya que, como se mencionó anteriormente, no es un parámetro solicitado en el país para la calidad de base.

Resultados y discusión

El material se clasificó como grava bien graduada (GW), con coeficiente de uniformidad de 16.36 y porcentaje de finos de 3.62% —por debajo de los 5 que recomienda la FWHA—, así como límite líquido de 34% e índice plástico de 14%; su fracción fina es una arcilla de baja compresibilidad. Se obtuvo un CBR de 126%, por arriba de los 100 que pide la SCT. El contenido de finos y el coeficiente de uniformidad se correlacionan medianamente con la permeabilidad: cuando estos aumentan, la permeabilidad disminuye; en el caso del CBR, si uno aumenta, el otro también (figura 1).

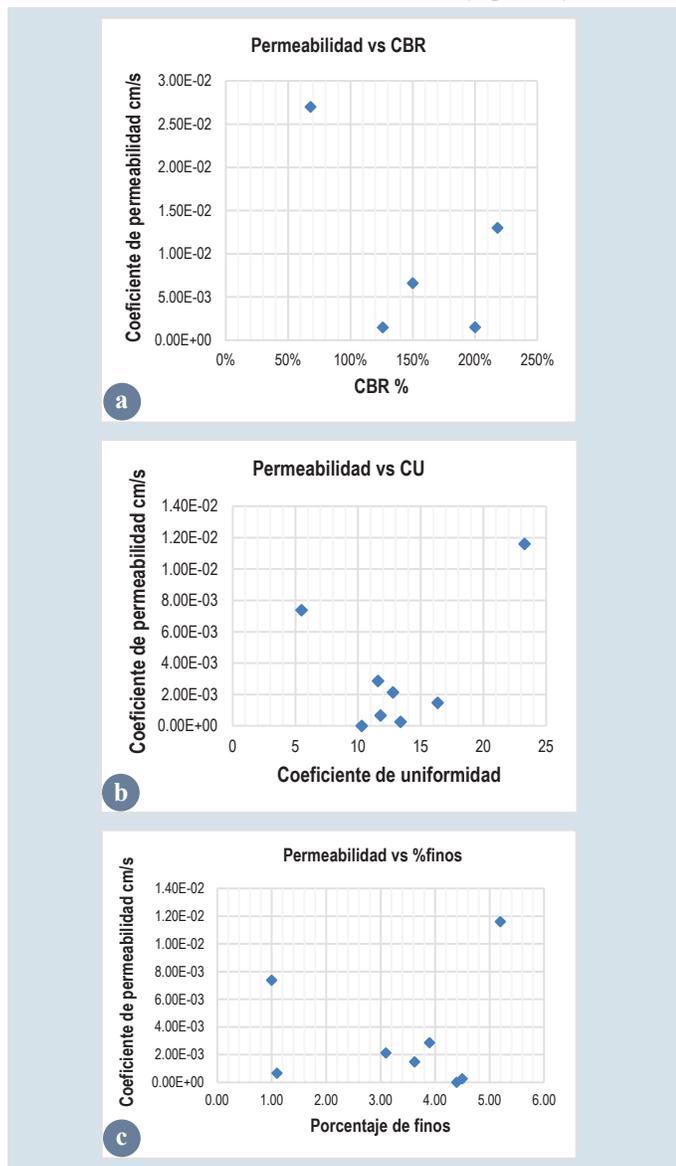


Figura 1: a) comparativa de la muestra y datos de Haider *et al.* (2014); b) y c) comparativa de la muestra y datos de Bouchéid y Humphrey (2005).

Conclusiones

La FHWA propone granulometrías que cumplen con los 0.35 cm/s de permeabilidad. Valdría la pena replicar esas granulometrías en materiales de la región y ampliar la base de datos para obtener mejores correlaciones, así como para validar la metodología en otros materiales con contenido de finos y coeficientes de uniformidad menores; con ello, se esperarían permeabilidades más altas. Se constató que el material de estudio y lo encontrado en la literatura no alcanzan la permeabilidad recomendada de 0.35 cm/s; son muy similares en sus resultados. La baja permeabilidad se atribuye a la alta retención de agua de la fracción fina y se comprueba la ineficiencia de las bases comúnmente usadas en la infraestructura carretera nacional.

Referencias bibliográficas

- Bejarano M, Harvey JT, Ali A, Mahama D, Hung D & Preedonant P (2003). Performance of drained and undrained flexible pavement structures in accelerated loading under wet conditions. *California Department of Transportation*, goal 5, 1-38.
- Bouchéid B, Humphrey N (2005). Permeability of base material for Maine roads. *Transportation Research Record*, 1936, 142-149.
- Forsyth RA, Wells GK & Woodstrom JH (1987). Economic impact of pavement subsurface drainage. *Transportation Research Record*, núm. 1121. EUA: Transportation Research Board, National Research Council.
- Haider I, Kaya Z, Cetrin A, Haitipoglu M, Cetin B & Aydilek AH (2014). Drainage and mechanical behavior of highway base materials. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 140, 1-14.
- Hicks RG & Monismith CL (1971). Factors influencing the resilient response of granular materials. *Highway Research Record*, 345, 15-31.
- Soliman H & Shalaby A (2015). Permanent deformation behavior of unbound granular base materials with varying moisture and fines content. *Transportation Geotechnics*, 3.
- Khosravifar S, Asefzadeh A & Schwartz W (2013). Increase of resilient modulus of unsaturated granular materials during drying after compaction, *Geo-Congress (CD-ROM)*, ASCE, Alexandria, VA, 10.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

Desarrollo y fabricación de prototipo de componente femoral de una prótesis de rodilla biocerámica por la técnica de vaciado de suspensiones

Samantha N. Breña Domínguez,^{*1} José D. Óscar Barceinas Sánchez,¹ José de Jesús Coronel Hernández,²

Resumen

Con base en estudios realizados a implantes quirúrgicos fabricados de materiales metálicos, se ha demostrado que tales implantes pueden ocasionar cierta toxicidad en los pacientes, por lo que se comenzaron a fabricar prótesis de materiales cerámicos debido a su buena compatibilidad. Las prótesis que actualmente se encuentran disponibles comercialmente se fabrican mediante la técnica de *HIP*, que tiene un alto costo. Para solucionar el problema de la poca accesibilidad de estas prótesis para pacientes de bajos recursos, se propone un nuevo método de manufactura de la componente femoral de una prótesis de rodilla mediante el uso de alúmina biocerámica y la técnica de vaciado de suspensiones. Para lograr fabricar piezas de geometría compleja, es necesario tener un completo control de la viscosidad y la dispersión de las partículas en la suspensión, a fin de obtener piezas con una alta densidad; de este modo, se alcanzan los valores de dureza, resistencia a la flexión, módulo de *Weibull* y tenacidad a la fractura establecidos en la norma ISO 6474:2010(E). Una vez alcanzados los requisitos de esta norma, se diseñó y fabricó un molde de yeso para obtener la componente

femoral de una prótesis de rodilla y se obtuvo, de esta manera, el primer prototipo de componente femoral hecho de alúmina procesada por la técnica de vaciado de suspensiones.

Antecedentes

El término *cerámico* viene del griego *keramos*, que significa “cosa quemada”, en alusión al hecho de que las materias primas se queman a elevada temperatura para formar un material que logre alcanzar las propiedades requeridas [1].

Debido a que la familia de los cerámicos cubre un amplio rango de materiales, estos pueden clasificarse, según su composición química, en cerámicos tradicionales y cerámicos avanzados: los primeros poseen bajos valores de resistencia, debido a las impurezas presentes en la materia prima y a altos contenidos de porosidad. Por otro lado, los cerámicos avanzados tienen como base materias primas más sofisticadas, como óxidos binarios, carburos, perovskitas e incluso compuestos sintéticos; este tipo de cerámicos posee una microestructura homogénea y más fina, que puede llegar al orden nanométrico, por lo que su contenido de poros disminuye. Los cerámicos avanzados pueden utilizarse para diversas aplicaciones, según sus propiedades microestructurales; una de esas aplicaciones es como biomaterial para fabricar implantes [2].

La alúmina es un cerámico avanzado que se introdujo por primera vez en 1969 como material para fabricar implantes, especialmente prótesis articulares de rodilla, cadera y dentales, debido a que posee excelentes propiedades mecánicas y tribológicas; es estable en el cuerpo humano y no se disuelve en presencia de ácidos o bases fuertes. La alúmina de grado médico es prácticamente pura, con una tolerancia máxima de impurezas de 0.1%, según los lineamientos de la norma ISO 6474: 2010(E) [3].

Los implantes quirúrgicos que más se utilizan están compuestos de aleaciones metálicas de Co-Cr-Mo o Ti. Comúnmente, se utilizan polímeros para fabricar complementos de algunos tipos de implantes, como el polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE, por sus siglas en inglés). La evidencia clínica y los resultados a largo plazo demuestran que el

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, campus Querétaro

²Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Químicas
* Contacto: sma9291@gmail.com

aflojamiento aséptico limita el tiempo de vida de los implantes, debido al desgaste del UHMWPE. Se ha demostrado que un material cerámico reduce el desgaste de este polímero.

In vivo, los implantes metálicos liberan iones que pueden causar reacciones biológicas adversas, como alergias causados por los metales, dificultad de cicatrización y derrames recurrentes, entre otras consecuencias [4].

La Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) publicó, por primera vez en 2010, la norma ISO 6474 para implantes quirúrgicos de materiales cerámicos, parte 1: “Materiales cerámicos base alúmina de alta pureza”. Esta norma clasifica los implantes de alúmina en dos tipos, A y B: el primero designa a implantes sometidos a carga alta como los implantes de rodilla o cadera; en cambio, los segundos son para carga baja, por ejemplo, maxilofacial e implantes del oído medio [5].

El proceso de conformado por vaciado de suspensiones parte de un polvo suspendido en un líquido, el cual se vacía dentro de un molde de yeso; debido a su porosidad, genera fuerzas de capilaridad que separan el líquido de las partículas de polvo. Conforme el yeso absorbe el líquido, las partículas se mueven hacia la pared del molde y gradualmente crece una capa consolidada [6].

Para el procesamiento de cerámicos por vaciado de suspensiones, hay diversas variables que deben controlarse; por ejemplo, el tamaño promedio y la distribución de tamaño de las partículas del polvo cerámico. A fin de obtener piezas con alta densidad, se busca que las suspensiones tengan un alto contenido de sólidos con la menor viscosidad posible; para ello, es necesario añadir un aditivo llamado *dispersante*, cuya función es mantener las partículas dispersas, lo que influye directamente en la viscosidad.

La norma ISO 6474-1:2010(E) establece ciertos parámetros químicos y mecánicos a los cuales debe someterse una pieza elaborada de alúmina por cualquier método de manufactura para ser considerada aplicable a implantes quirúrgicos; entre estos requisitos se encuentran densidad, composición

química del cerámico, tamaño de grano, resistencia a la flexión, módulo de *Weibull*, módulo de *Young*, tenacidad a la fractura, dureza y resistencia a la fatiga.

Descripción del problema

A través de estudios realizados a pacientes con prótesis de rodilla o cadera metálicas, se ha encontrado un alto índice de toxicidad por el desgaste de los materiales, así como infecciones e incluso necrosis, por lo que ha sido necesario buscar nuevas alternativas en el material de fabricación. Actualmente, la alúmina es muy utilizada en la fabricación de implantes mediante la técnica de prensado isostático en caliente (*HIP*), la cual es costosa y, por lo tanto, es inaccesible para muchos pacientes adquirir un implante con mayor compatibilidad con el cuerpo humano.

Justificación

Es posible reducir los costos de manufactura de implantes quirúrgicos mediante el uso de la técnica de vaciado de suspensiones. Sin embargo, para que esta técnica pueda llegar a ser aplicable, debe demostrarse que cumple con los requisitos establecidos en la norma ISO:6474-1:2010(E).

Hipótesis

Se considera que, con la correcta selección de los parámetros que desempeñan un papel importante en el procesamiento cerámico por vaciado de suspensiones, será posible cumplir con los requisitos establecidos en la norma ISO:6474-1:2010(E) para fabricar la componente femoral y un inserto tibial de una prótesis articular de rodilla.

Objetivos

General

Determinar el efecto de los parámetros de proceso para fabricar prototipos de la componente femoral e inserto tibial de una prótesis articular de rodilla.

Particulares

- Preparar y caracterizar las suspensiones de Al_2O_3 mediante el estudio de su viscosidad y potencial zeta.
- Determinar si se alcanzan las propiedades físicas y mecánicas requeridas mediante la realización de pruebas establecidas por la norma ISO 6474.

- Fabricar moldes de yeso de la componente femoral y del inserto tibial para realizar el vaciado de suspensiones y obtener el primer prototipo de una prótesis de rodilla.

Metodología

Este trabajo experimental se basó en los métodos científico y heurístico. La experimentación se dividió en tres partes: la primera consistió en la experimentación preliminar para determinar variables como tiempo de homogenización de las suspensiones en el molino, tamaño de bolas de molienda para desaglomerar el polvo, tipo de dispersante, concentración óptima de cada uno de ellos y ciclo de sinterización.

La segunda parte consistió en la caracterización de las suspensiones y la manufactura de los moldes de yeso: primero se fabricaron los moldes con una cavidad rectangular para hacer probetas que sirvieran para realizar las pruebas mecánicas; posteriormente, se fabricó el molde de la componente femoral. Las suspensiones se caracterizaron midiendo su viscosidad y potencial zeta.

En la tercera parte, se hizo el vaciado de las suspensiones para conformar las piezas y medir sus propiedades físicas y mecánicas. Se midió la densidad de las piezas en verde y después del sinterizado, así como su contracción; asimismo, se observó y analizó la microestructura mediante microscopía electrónica de barrido y se midió su microdureza con un durómetro Vickers. Una vez que se logró preparar una suspensión estable, se realizó el vaciado de suspensiones en el molde de yeso, se sinterizó y trabajó en su acabado superficial.

Resultados y discusión

Se logró preparar suspensiones con el máximo contenido de sólidos posible para el polvo de Al_2O_3 calcinada que se tenía. Se encontró la concentración óptima de dispersante para mantener las partículas dispersas y la suspensión con baja viscosidad. Se han medido algunas propiedades establecidas por la norma ISO, como la densidad, la cual tuvo un valor de 97.97% de la teórica (98.73% es lo que establece la norma); asimismo, se obtuvo una dureza de 24.48 GPa, superior a los 18 GPa que establece en la norma.

Mediante MEB, se obtuvo la microestructura, que revela poca porosidad intragranular e intergranular. Se fabricó el molde de yeso de varias partes, debido a la complejidad geométrica de la componente femoral, y se realizó el vaciado con la suspensión optimizada, a partir de lo cual se obtuvo el primer prototipo de prótesis de rodilla biocerámica.

Conclusiones

Mediante la optimización de la suspensión de Al_2O_3 , controlando la viscosidad y la dispersión de partículas, fue posible obtener piezas con baja porosidad y alta dureza, requisitos indispensables para la manufactura de implantes. Por lo tanto, se realizó el vaciado de suspensiones en el molde de yeso de la componente femoral, para así obtener el primer prototipo de prótesis articular de rodilla.

Bibliografía

- ^[1] Narayan R (2009). *Biomedical materials*. Alemania: Springer.
- ^[2] Boch P (2007). *Ceramic materials processes, properties and applications*, ISTE EUA.
- ^[3] Park J (2007). *Biomaterials: an introduction*. Alemania: Springer.
- ^[4] Greenwald A (2001). Alternative bearing surfaces: the good, the bad, and the ugly. *J Bone Joint Surg Am*, 83(2 suppl 2):S68–72, 2001.
- ^[5] International Organization for Standardization (2010). *Implants for surgery-ceramics materials, part 1: Ceramic materials based on high purity alumina*. EUA: ISO 6474.
- ^[6] Pech AA (2008). *Vaciado a presión de suspensiones de alúmina*. Tesis de maestría.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2017

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2017

