

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

ISSN: 2395 - 8847

VOLUMEN 13 NÚMERO 1

ENERO - JUNIO 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
DIRECCIÓN DE POSGRADO





Presentación

La época actual, en la cual se vive la pandemia ocasionada por el COVID-19, ha obligado a reflexionar sobre muchos aspectos de la vida ordinaria. Este tiempo de aislamiento, de convivencia familiar y de relaciones y reuniones a distancia ha modificado la manera de pensar sobre la manera en que se quiere vivir. Estas reflexiones abarcan un amplio contexto y la ciencia se encuentra dentro del mismo. Sin embargo, este momento puede considerarse como una crisis de la ciencia, la cual, a pesar de su obvio poder, se muestra incapaz de controlar los efectos del virus que actualmente afecta a gran parte de la población de nuestro planeta. Desde la perspectiva de la historia de la ciencia, las ciencias son un producto social, de lugares y momentos históricos específicos. Si el orden social actual se desbarata, lo hará también nuestra confianza en ciertas formas de conocimiento y tendrá que surgir una nueva ciencia capaz de reconocer las múltiples dimensiones de un problema complejo, como la pandemia. Una ciencia incluyente, interdisciplinaria.

En este número, la revista Digital Ciencia@UAQRO se incluyen algunos artículos que hacen pensar sobre el planeta que heredaremos a las siguientes generaciones. El artículo “Observación no participante y elementos insertos en el contexto: una aproximación para obtener información para el espacio público” nos indica que la arquitectura es un campo de conocimiento interdisciplinario que puede interactuar con ciencias sociales para su desarrollo y esta investigación muestra la capacidad del investigador para transformar información subjetiva del usuario potencial, en datos objetivos para diseñar un espacio público. Los artículos “Conversión de residuos agroindustriales para la generación de biocombustibles, productos de valor agregado y bioenergía” y “Revalorización de residuos agrícolas para la producción de pellets combustibles en el estado de Querétaro” tratan sobre el serio problema de contaminación que representan los residuos agroindustriales, entre los cuales se incluye la biomasa, e indican que éstos pueden ser revalorizados para generar biocombustibles, productos de valor agregado, así como energía eléctrica y/o calorífica mediante procesos con cero residuos. “Residuos de inflorescencias como alternativa natural antimicrobiana” relata los resultados obtenidos sobre la acción antibacteriana de un extracto de inflorescencia, abundante en México, lo cual impacta positivamente en el desarrollo de alternativas naturales contra la resistencia antimicrobiana y permite la revalorización de estos residuos con su reincorporación

en la cadena de producción. “Minería de mercurio, efectos del convenio de Minamata y su repercusión en el interés superior del menor” se refiere a la situación económica de los habitantes queretanos de la zona minera, posterior a la firma del convenio de Minamata y al derecho de los mexicanos, especialmente los niños, a un medio ambiente sano, para lo cual se requiere de la inmediata atención interinstitucional en las poblaciones mineras de estos municipios, posterior al cierre de su principal actividad laboral. Otros artículos nos hacen pensar en el bienestar de nuestro cuerpo y el de nuestro semejantes, tales como “La avena (A. Sativa) en un recetario de cocina casera de 1943”, en el cual se relata el inicio de los anuncios publicitarios sobre el valor nutrimental de los alimentos procesados, coincidiendo con la inauguración del Instituto Nacional de Nutriología, en Ciudad de México; la “Sociología de la obesidad: una perspectiva desde los nutriólogos en formación de universidades particulares” nos relata cómo enfrentan los nutriólogos en formación, el concepto de la obesidad, considerado un problema actual de la población mexicana. Mientras que el artículo “Inversión en educación y competencia en el mercado laboral. Un juego de conflictos” nos muestra las reflexiones que el estudiante de licenciatura debe hacer sobre su futuro y “Prevalencia de alteraciones morfológicas en el pie de los velocistas de la academia de atletismo de la Universidad Autónoma de Querétaro” indica algunos riesgos que deben atenderse oportunamente en los velocistas. El artículo “El impacto de los aditivos de gasolina para el marketing de las compañías distribuidoras de combustibles en México” indica una de las estrategias económicas actuales en un mercado competitivo. Finalmente, “El silencio proyectado en las obras de Rufino Tamayo Mirando al infinito y Hombre confrontando al infinito” nos hace pensar en el silencio como una metáfora que nos permitirá observar una nueva lectura de su estética.

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Editora en Jefe





Índice

REVISTA DIGITAL CIENCIA @UAQRO

NÚMERO 1 VOLUMEN 13

OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE Y ELEMENTOS INSERTOS EN EL CONTEXTO: UNA APROXIMACIÓN PARA OBTENER INFORMACIÓN PARA EL ESPACIO PÚBLICO

NON-PARTICIPANT OBSERVATION AND ELEMENTS INSERTED IN THE CONTEXT: AN APPROACH TO OBTAIN INFORMATION FOR THE DESIGN OF PUBLIC SPACE

Omar Alberto Herrera-García, Guillermo Iván López-Domínguez

14 - 26

CONVERSIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA GENERACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES, PRODUCTOS DE VALOR AGREGADO Y BIOENERGÍA

CONVERSION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE FOR THE GENERATION OF BIOFUELS, ADDED-VALUE PRODUCTS AND BIOENERGY

Gutiérrez-Antonio Claudia, De Lira-Flores Julio Armando, Quiroz-Pérez Efraín, Martínez-Guido Sergio Iván Quiroz-Rocha

27 - 35

REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS COMBUSTIBLES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

REVALUATION OF AGRICULTURAL RESIDUES FOR THE PRODUCTION OF FUEL PELLETS IN THE STATE OF QUERÉTARO

Silva-Hernández Cinthia Alejandra, Gutiérrez-Antonio Claudia, García-Trejo Juan Fernando, Feregrino-Pérez Ana Angélica

36 - 45

RESIDUOS DE INFLORESCENCIAS COMO ALTERNATIVA NATURAL ANTIMICROBIANA

INFLORESCENCE RESIDUES AS A NATURAL ANTIMICROBIAL ALTERNATIVE

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica

46 - 51

MINERÍA DE MERCURIO, EFECTOS DEL CONVENIO DE MINAMATA Y SU REPERCUSIÓN EN EL INTERÉS SUPERIOR DEL MENOR

MERCURY MINING, EFFECTS OF THE MINAMATA CONVENTION AND ITS REPERCUSSION ON THE BEST INTEREST OF THE MINOR

Cigifredo Ayala-Perez, Jorge Herrera-Solorio, Bernardo Garcia-Camino, Hilda Romero

52 - 62

LA AVENA (A. SATIVA) EN UN RECETARIO DE COCINA CASERA DE 1943

OAT (A. SATIVA) IN A MEXICAN COOKBOOK OF 1943

Kuri-García Aarón, Martínez-Pérez Rosa María

63 - 72

SOCIOLOGÍA DE LA OBESIDAD: UNA PERSPECTIVA DESDE LOS NUTRIÓLOGOS EN FORMACIÓN DE UNIVERSIDADES PARTICULARES

NUTRITIONAL SOCIOLOGY OF OBESITY: A PERSPECTIVE FROM NUTRITIONISTS IN FORMATION FROM PRIVATE UNIVERSITIES

Ruiz -Cerrillo Salvador, Cervantes -Rea Norma Alicia

73 - 84

INVERSIÓN EN EDUCACIÓN Y COMPETENCIA EN EL MERCADO LABORAL. UN JUEGO DE CONFLICTOS

SCHOOLING INVESTMENT AND COMPETITION IN THE LABOR MARKET. A GAME OF CONFLICT

Rodríguez-Arias Nadyra , Hirsch Julia

85 - 94

PREVALENCIA DE ALTERACIONES MORFOLÓGICAS EN EL PIE DE LOS VELOCISTAS DE LA ACADEMIA DE ATLETISMO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

PREVALENCE OF MORPHOLOGICAL ALTERATIONS IN THE FOOT OF THE SPRINTERS OF THE ACADEMY OF ATHLETICS OF THE UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

Malvaez-Barrera Ursula, Ramírez-Piña María Beatriz, González-Jiménez Leslie Itzel, Jimenez-Martínez Saraí, Rodríguez-Márquez Lizbeth, Pérez-Lindoro Miguel Ángel.

95 - 101

EL IMPACTO DE LOS ADITIVOS DE GASOLINA PARA EL MARKETING DE LAS COMPAÑÍAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTIBLES EN MÉXICO

THE IMPACT OF GASOLINE ADDITIVES FOR THE MARKETING OF FUEL DISTRIBUTION COMPANIES IN MEXICO

Hubenova- Nencheva Violena, Mendez- Palacios Juan José

102- 108

EL SILENCIO PROYECTADO EN LAS OBRAS DE RUFINO TAMAYO MIRANDO AL INFINITO Y HOMBRE CONFRONTANDO AL INFINITO

THE SILENCE PROJECTED IN THE WORKS OF RUFINO TAMAYO LOOKING AT INFINITY AND MAN CONFRONTING INFINITY

Ávila-Jiménez Norma Leticia

109- 121

Comité Editorial

Ciencias Físico Matemáticas

Dr. Gilberto Herrera Ruiz

Facultad de Ingeniería UAQ

Dr. Eusebio Jr. Ventura Ramos

Facultad de Ingeniería UAQ

Dra. Teresa Guzmán Flores

Facultad de Informática UAQ

Dr. Enrique González Sosa

Facultad de Ingeniería UAQ

Ciencias de Psicología y Pedagogía

Dra. Evelyn Diez-Martínez

Facultad de Psicología UAQ

Dr. Martín Mora Martínez

Universidad de Guadalajara

Dra. Ma. del Carmen Colín Cabrera

Facultad de Psicología UAQ

Dra. Raquel Ribeiro Toral

Facultad de Psicología UAQ

Dra. Pamela Garbus

Facultad de Psicología UAQ

Ciencias Socio Políticas

Dr. Gabriel Muro González

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ

Dra. Sulima del Carmen García Falconi

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ

Dra. Ana Elisa Díaz Aldret

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UAQ

Ciencias Químico Biológicas

Dra. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Facultad de Química

Dr. Fernando Chiang Cabrera

Instituto de Biología, UNAM

Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dr. Juan Campos Guillén

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Rosalía Reynoso Camacho

Facultad de Química UAQ

Ciencias Jurídicas

Dr. Juan Ricardo Jiménez Gómez

Facultad de Derecho UAQ

Dr. Cesar García Ramírez

Facultad de Derecho UAQ

Dr. Gerardo Porfirio Hernández Aguilar

Facultad de Derecho UAQ

Ciencias de la Salud

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz

Coordinación de Investigación Científica de la UNAM

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dr. Leonardo Viniestra Velásquez

Centro Médico Nacional Siglo XXI

Dra. María Peña Rangel

Instituto de Neurobiología, UNAM

Dr. Elhadi Yahia Kazuz

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Olga Patricia García Obregón

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Ma. Alejandra Hernández Castañón

Facultad de Enfermería

Dr. Enrique Villareal Ríos

Facultad de Enfermería

Dr. Rubén Salvador Romero Márquez

Director de Servicios de Salud en el Estado de Querétaro

Agropecuarias

Dr. Aurelio Guevara Escobar

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Tercia C. Reis de Souza

Facultad de Ciencias Naturales UAQ

Dra. Rosalía Ocampo Velázquez

Facultad de Ingeniería UAQ

Ciencias Económico Administrativas

Dra. Graciela Lara Gómez

Facultad de Contaduría y Administración UAQ

Dra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís

Facultad de Contaduría y Administración UAQ

Dr. Jesús Alberto Pastrana Palma

Facultad de Contaduría y Administración UAQ

Humanidades

Dra. Ángela Moyano Pahissa

Facultad de Filosofía UAQ

Dr. José Ignacio Urquiola Permisán

Facultad de Filosofía UAQ

Dra. Cecilia del Socorro Landa Fonseca

Facultad de Filosofía UAQ

Dra. Cecilia López Badano

Facultad de Lenguas y Letras

Dra. Beatriz Garza González

Facultad de Lenguas y Letras UAQ

Dra. Valeria Bello

Facultad de Lenguas y Letras UAQ

Dra. María de los Ángeles Aguilar San Román

Facultad de Bellas Artes UAQ

Dr. Sergio Rivera Guerrero

Facultad de Bellas Artes UAQ

Directorio

Rectora

Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca

Secretaría académica

Dr. Aurelio Domínguez González

Secretaría de contraloría

M. en A.P. José Alejandro Ramírez Reséndiz

Secretaría administrativa

Mtro. Sergio Pacheco Hernández

Secretaría de Finanzas

M. en I. Alejandro Jáuregui Sánchez

Secretaría de extensión universitaria

Dra. Teresa García Besné

Secretaría particular de rectoría

Mtro. Luis Alberto Fernández García

Dirección de investigación y posgrado

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Consejo editorial

Editor en Jefe

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Coordinación editorial

Dra. María de la Luz Reyes Vega

MATI Maura Jarubi Chávez López

WebmaSter

Mtro. Carlos Aníbal Alonso Castilla

Lic. Ramsés Jabín Oviedo Pérez

Diseño editorial

Coordinación de diseño e impresión

Lic. Gerson A. Cornihs Mendoza

La revista CIENCIA@UAQRO es una revista semestral editada y publicada por la Universidad Autónoma de Querétaro, Dirección de Investigación y Posgrado. C.U. Cerro de las Campanas S/N, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Tel. (442) 192-13-12, http://www.uaq.mx/investigacion/revista_ciencia@uaq/, e-mail: ciencia@uaq.mx. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-062610323500-203, ISSN: 2395-8847, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número Dirección de Innovación de Tecnologías de la Información DITIUAQ, M. en C. Jesús Martín Jaramillo Morales Flores, Centro Universitario Cerro de las Campanas s/n, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Querétaro, Qro., fecha de la última modificación 15 de diciembre de 2017.

El diseño de esta revista se financió con recursos de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial del contenido e imágenes de la publicación sin plena autorización de la Universidad Autónoma de Querétaro.

LATINDEX, sistema de Información sobre las revistas de investigación científica técnico-profesionales y de divulgación científica y cultural que se editan en los países de América Latina, El Caribe, España y Portugal, No. 24506.





Normas Editoriales

DIGITAL CIENCIA@UAQRO es una revista multidisciplinaria electrónica. El idioma de publicación es el español con temas originales que podrán ser agrupados en alguno de los dos bloques:

- a. Ciencias Naturales y Exactas
- b. Ciencias Sociales y Humanidades

Revisión entre pares

Se invita a la revisión de un artículo a tres investigadores cuyo trabajo se relacione con el tema del artículo. Los nombres de los autores no son revelados a los revisores y viceversa. Se envía la invitación acompañada del resumen del artículo (sin nombres ni instituciones de adscripción). Este proceso de evaluación anónimo protege a los autores y a los revisores de todo prejuicio. Una vez que los árbitros aceptan la invitación para ser revisores, se envía el manuscrito, anónimo para que sea examinado a fondo. Los revisores envían el dictamen y sugerencias posibles cambios o una recomendación firme sobre la conveniencia de publicar o no el artículo.

Sólo se recibirán los originales que cumplan con las normas editoriales señaladas, que sean originales e inéditas y que se estén postulando exclusivamente en este medio, y no en otro más, simultáneamente. El Editor acusará de recibidos los originales que serán enviados al Comité Editorial para su dictamen y en un plazo no mayor de tres meses comunicará a los interesados si el trabajo ha sido aceptado para su publicación.



Información Para Los Autores

- DIGITAL CIENCIA@UAQRO es una revista multidisciplinaria electrónica. El idioma de publicación es el español. En ella se publican artículos de investigación o de revisión, con temas originales, que podrán ser destinados a uno de los siguientes bloques:
 - a. Ciencias Naturales y Exactas
 - b. Ciencias Sociales y Humanidades
- Sólo se recibirán artículos originales que cumplan con las normas editoriales señaladas.
- Los artículos serán enviados al Comité Editorial para su dictamen y en un plazo no mayor de tres meses se comunicará a los interesados si el trabajo ha sido aceptado para su publicación.

Para consultas o ayuda escriba a: ciencia@uaq.mx

Guía para los autores

Antes de enviar un manuscrito a la Revista DIGITAL CIENCIA@UAQRO, verifique que su documento cumpla con los requisitos de la revista. Esto evitará correcciones de formato y agilizará el proceso de evaluación.

La revista publica artículos derivados de investigaciones concluidas o de reflexiones que traten sobre las temáticas convocadas, que no estén siendo sometidos en otras revistas y que sean inéditos.

El texto debe estar escrito en español, correctamente. El texto del manuscrito se divide en secciones numeradas; deben numerarse también las páginas y las líneas. El texto deberá escribirse a doble espacio. Se requiere un dictamen ético cuando la investigación a la que se refiere el artículo la haya requerido. Si el artículo incluye Tablas y/o Figuras, estas deben presentarse por separado, en formato jpg ó tif en 300 dpi. Todas las fuentes relevantes, tales como artículos, capítulos de libros, libros, páginas web, entre otros, deben incluirse en la lista de Referencias. Debe prepararse una Hoja Frontal en la cual se introduzca el artículo explicando la novedad de la investigación mediante “Aspectos Interesantes” que identifiquen los logros obtenidos en su trabajo y lo expliquen en pocas palabras. Deben presentarse de 3 a 5 frases, de 85 caracteres cada una.

Lista de verificación

Esta lista asegura al autor que su manuscrito cumple con los requerimientos, antes de su envío.

- Los autores deben asegurarse de la novedad del artículo y de que éste no haya sido publicado – ver “Responsible research publication: international standards for authors” en el siguiente enlace: http://publicationethics.org/files/International%20standards_authors_for%20website_11_Nov_2011_0.pdf
- Consentimiento ético, cuando este sea necesario.

- Extensión: No deben contener menos de 10 ni más de 20 páginas, incluyendo Tablas y Figuras.
- Página del título: Contiene el título del artículo, los nombres de los autores, sus afiliaciones, correos electrónicos y el teléfono del autor principal. Los nombres de los autores deben escribirse en el siguiente orden: Nombre Apellidos (los apellidos, separados por un guión), ejemplo: María Soledad CARREÓN-LÓPEZ – esto asegura que se enlisten correctamente en los servicios de indización.
- Primera página: “Aspectos Interesantes”: de 3 a 5 enunciados. De máximo 85 caracteres cada uno.
- Las páginas deben numerarse consecutivamente, excepto la Página del Título y la Hoja Frontal (que contiene los “Aspectos Interesantes”).
- También deben numerarse consecutivamente las líneas de las páginas numeradas. La numeración de las líneas debe ser consecutiva desde la primera hasta la última página.
- El manuscrito debe contener una declaración de ausencia de Conflicto de Intereses. Esta debe situarse antes de la Referencias.
- El manuscrito debe contener, si es necesario, la aprobación ética y el consentimiento informado.
- El manuscrito debe proporcionarse como un archivo Microsoft Word.
- Deben proponerse tres o más revisores (incluyendo afiliación y correo electrónico institucional), al menos dos de ellos deben ser de instituciones externas a la Universidad de adscripción del autor.

Tipos de artículos

1. Artículo de investigación: Es un artículo que relata una investigación completa que no ha sido publicada anteriormente. No debe exceder 7,500 palabras de Introducción a Conclusión (sin incluir referencias). Debe contener un máximo de 6 Tablas y Figuras, combinadas. No debe exceder de 40 referencias. Si fuera absolutamente necesario exceder de estos límites (tablas, figuras, referencias), por favor contacte al Coordinador de la Revista antes de enviarlo.
2. Artículo de revisión: Debe tratar sobre un tópico interesante. Normalmente se enfoca a la literatura publicada durante los cinco años previos. No debe exceder de 10,000 palabras, de Introducción a Conclusión (sin incluir referencias). Debe contener un máximo de 6 Tablas y Figuras, combinadas. No debe exceder de 120 referencias. Si fuera absolutamente necesario exceder de estos límites (tablas, figuras, referencias), por favor contacte al Coordinador de la Revista antes de enviarlo.

Preparación del manuscrito

GENERAL: Los manuscritos deben prepararse en Microsoft Word, a doble espacio, con márgenes de 2.5 cm (superior, inferior, lateral derecho e izquierdo), con fuente Arial 12 puntos. Los editores se reservan el derecho de ajustar el estilo para obtener uniformidad.

ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO: Se debe seguir el siguiente orden: Título, Autores, Afiliaciones, Resumen, Palabras clave, Texto principal (Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Conclusión), Agradecimientos, Apéndice, Conflicto de intereses, Referencias, Títulos de Figuras y Tablas. El autor que recibe la correspondencia debe identificarse con un asterisco y un pie de nota. Todos los otros pies de página se identificarán con números arábigos superíndices (ejemplo: texto¹, 1pie de página). El título del artículo no debe ser ambiguo y debe reflejar su contenido.

TÍTULO: Conciso e informativo. Los títulos se usan en sistemas de recuperación de información. Deben evitarse las abreviaturas y las fórmulas.

AUTORES Y AFILIACIONES: En la línea enseguida del título, anotar los nombres y apellidos completos de cada autor y confirmar que estén escritos correctamente. Asegúrese de escribir primero el nombre o nombres con minúsculas y en segundo término el apellido con mayúsculas; si son dos apellidos, sepárelos por un guión (Ejemplo: José Alberto MUÑOZ-BUENROSTRO) –esto asegurará que se enlisten correctamente en los servicios de indización. En la línea enseguida de los autores, escribir la afiliación de los autores (donde trabajan actualmente). Indicar la afiliación de cada autor mediante una letra minúscula superíndice inmediatamente al término del nombre del autor y al inicio de la afiliación correspondiente. Proporcionar la dirección postal completa de cada afiliación, incluyendo el nombre del país y la dirección electrónica de cada autor.

AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Indicar claramente quien es el autor que recibirá la correspondencia durante las etapas de evaluación y publicación del artículo, así como en etapas posteriores. Asegurarse de que la dirección electrónica se incluya y que los detalles del contacto se mantengan actualizados por el autor.

DIRECCIONES ACTUALES PERMANENTES: Si un autor cambia de afiliación o es un invitado en la afiliación proporcionada, debe indicarse como pie de página la “Dirección Permanente” del autor.

RESUMEN: Debe escribirse en español y en inglés. El orden de presentación es primero en español, seguido de las palabras clave y enseguida en inglés, seguido de las “keywords”. Debe ser conciso. Debe incluir brevemente el objetivo de la investigación, la metodología relevante, los principales resultados y conclusiones. Un resumen se presenta, a menudo, independientemente del artículo y por esta razón deben evitarse las referencias bibliográficas y las abreviaturas no estándares. El resumen no debe exceder 200 palabras.

PALABRAS CLAVE: De 3 a 5 palabras que indiquen a qué se refiere el artículo. Éstas se usan en los servicios de indización para la localización de artículos.

ASPECTOS INTERESANTES (EN INGLÉS HIGHLIGHTS): Se incluyen de 3 a 5 frases, en español y en inglés, con un máximo de 85 caracteres cada una, para destacar las contribuciones importantes del artículo. No deben usarse abreviaturas y asegúrese de que las frases puedan entenderse independientes del manuscrito.

SUBDIVISIÓN-SECCIONES NUMERADAS: Divida su artículo en secciones claramente definidas y numeradas (1, 2, 3, etc.). Las subsecciones también deben numerarse (1, 1.1, 1.1.1 y luego 1.2, 1.2.1, etc.). El resumen no debe incluirse en la numeración. Use esta denominación para referencias cruzadas en el texto. Cada sección y subsección debe tener un breve encabezado. Cada encabezado debe aparecer en una línea independiente.

HIPÓTESIS: Los artículos científicos se benefician con la inclusión de hipótesis. Estas deben ser claras, concisas y declarativas. Se deben describir una o varias hipótesis, las cuales se intentarán confirmar o refutar mediante el trabajo descrito en el manuscrito. La inclusión de la hipótesis facilita contrastar las hipótesis con las aseveraciones de literatura previa y señalar lo que el autor considera distintivo o novedoso en el manuscrito. La hipótesis debe incluirse en la Introducción y en Conclusión debe incluirse si la hipótesis fue confirmada o refutada.

FORMATO PARA AGRADECER FINANCIAMIENTO: Deben enlistarse las fuentes de financiamiento indicando los datos de las becas u otros organismos que apoyaron el desarrollo del trabajo. Si no se recibieron fondos para la investigación, debe incluirse la siguiente frase:

- Esta investigación no recibió ningún subsidio de agencias públicas, comerciales o sectores no lucrativos.

UNIDADES: Deben seguirse las reglas aceptadas internacionalmente: use el sistema internacional de unidades (SI). Si se mencionan otras unidades, por favor dé su equivalencia en el SI. La temperatura debe indicarse en grados Celsius. La unidad “billón” es ambigua, no debe usarse.

ESTADÍSTICA: Debe aplicarse el análisis estadístico apropiado.

FIGURAS: Adjunte fotografías de 300 ppp e ilustraciones a 600 ppp en formato JPG, TIFF o PNG. En archivos independientes.

TABLAS: Evite tablas muy largas o muy cortas. La mitad de una página se recomienda como una buena medida. Los símbolos y abreviaciones tendrán que aparecer en el pie de nota.

CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Confirme que cada referencia esté citada en el texto y viceversa.

Las referencias deben enlistarse por orden alfabético del apellido del primer autor y

en segundo término en orden cronológico. Al citarlas en el texto, si hay más de una referencia del mismo primer autor y del mismo año, deben identificarse mediante las letras a, b, c, etc. colocadas después del año de publicación.

■ Citas:

Las citas se enuncian en el texto iniciando con el apellido del autor (sin iniciales) y el año de publicación (ejemplo: “Sánchez, Martínez y Vega (2010) estudiaron los efectos...” ó “...valores semejantes a los reportados por otros (Camargo, González, Velázquez & Zapata, 2012)...”). Para 2-6 autores, todos los autores se enlistan como se indicó. Cuando se trata de más de 6 autores, se escribe el apellido del primer autor *et al.*

■ Referencias a publicaciones en revistas:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

■ Referencia a una publicación en revista con un número de artículo:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2018). The art of writing a scientific article. *Heliyon*, 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

■ Referencia a un libro:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, [Chapter 4].

■ Referencia a un capítulo en un libro editado:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281-304). New York: E-Publishing Inc.

■ Referencia a un website:

Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK. (2003). <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> Accessed 13 March 2003.

■ Referencia a una base de datos:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T. (2015). Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

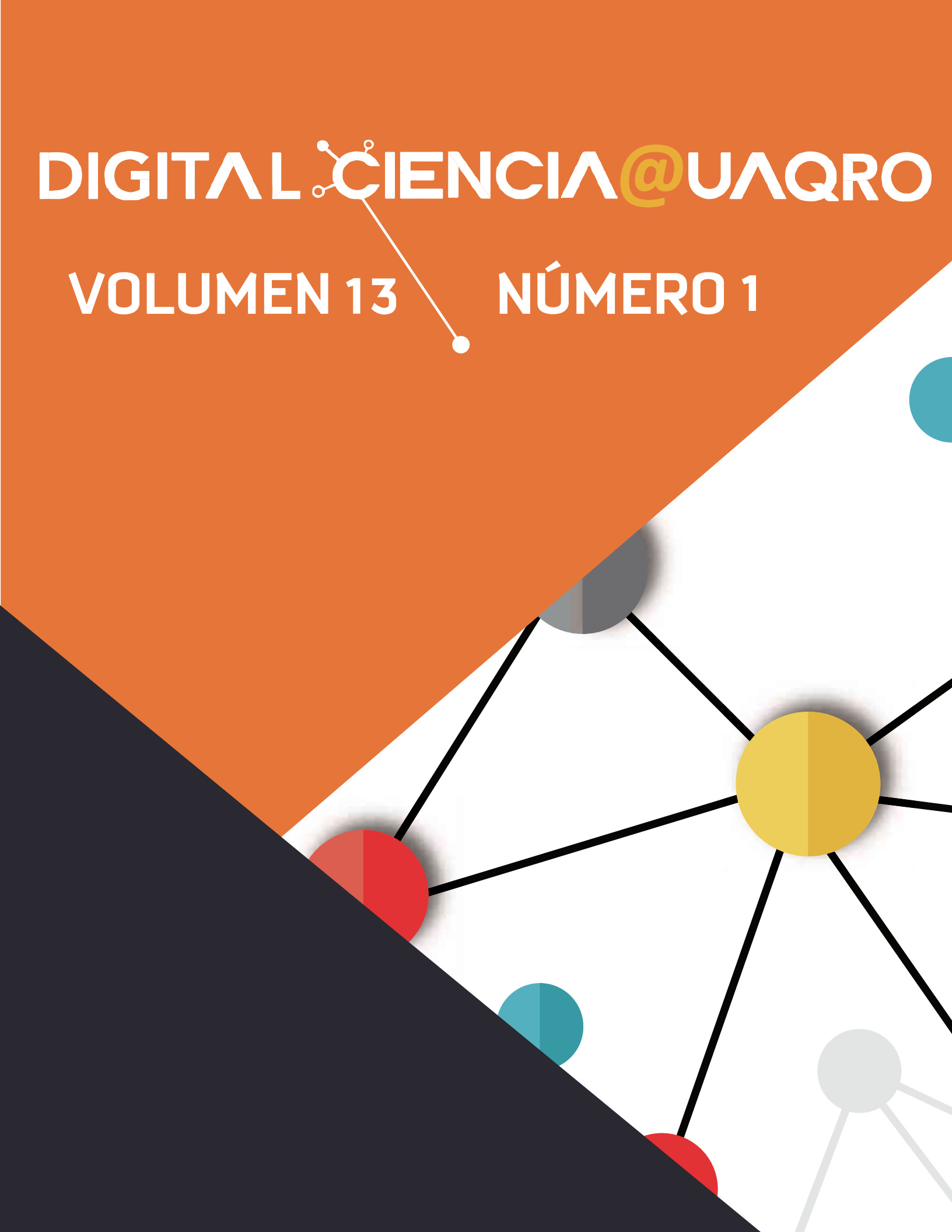
■ Referencia a una conferencia o presentación de póster:

Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.

DIGITAL CIENCIA@UAQRO

VOLUMEN 13

NÚMERO 1





OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE Y ELEMENTOS INSERTOS EN EL CONTEXTO: UNA APROXIMACIÓN PARA OBTENER INFORMACIÓN PARA EL DISEÑO DEL ESPACIO PÚBLICO

NON-PARTICIPANT OBSERVATION AND ELEMENTS INSERTED IN THE CONTEXT: AN APPROACH TO OBTAIN INFORMATION FOR THE DESIGN OF PUBLIC SPACE

Omar Alberto Herrera-García^{1*}, Guillermo Iván López-Domínguez¹

¹ Maestría en Arquitectura, Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las Campanas S/N Col. Las Campanas. Querétaro, México.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico:

Resumen

La arquitectura es un campo de conocimiento interdisciplinario que puede interactuar con ciencias sociales para su desarrollo. Tal es el caso de la aplicación del conocimiento de la Filosofía y de la Antropología, cuyas estrategias metodológicas y de aproximación a las problemáticas percibidas en el entorno pueden proveer al arquitecto de información valiosa para el diseño de espacios públicos. El presente trabajo busca explorar algunas alternativas y herramientas con las que cuenta el diseñador para obtener información relevante acerca de la interacción entre los usuarios y el contexto en el que se desenvuelven, sin recurrir a las tradicionales encuestas y entrevistas utilizadas de manera cotidiana. Por medio de la inserción de objetos con características específicas, a manera de herramientas en el espacio, se busca generar interacción entre el usuario y el objeto, con el fin de obtener datos que permitan al diseñador generar propuestas de diseño acordes a las necesidades reales del espacio. Para ello se hace uso de herramientas antropológicas, a través de la observación no participante como método para comprender mejor la interacción generada entre los individuos y el objeto inserto, para posteriormente traducir la información recopilada en propuestas de modificación socio espacial, las cuales contribuyan al mejoramiento de las interacciones generadas en el espacio a nivel colectivo. El proyecto muestra que es posible obtener información relevante del contexto sin necesidad de abordar de manera directa a los usuarios,

dependiendo esto de la capacidad del investigador para transformar información subjetiva en datos objetivos, ya que el tipo de información obtenida surge en parte de representaciones inconscientes, traducidas en rasgos de comportamiento y necesidades a nivel colectivo, siendo estas las más relevantes para la postura planteada al momento de diseñar el espacio público.

Palabras clave: diseño, espacio público, antropología, usuarios, interacción, observación no participante.

Abstract

Architecture is an interdisciplinary field of knowledge that can interact with social sciences for its development. Such is the case of the application of knowledge of Philosophy and Anthropology, whose methodological strategies and approaches to the problems perceived in the environment can provide the architect with valuable information for the design of public spaces. The present work seeks to explore some alternatives and tools available to the designer to obtain relevant information about the interaction between users and the context in which they operate, without resorting to the traditional surveys and interviews used on a daily basis. By means of the insertion of objects with specific characteristics as tools in the space, it is sought to generate interaction between the user and the object, in order to obtain data that allow the designer to generate design proposals

according to the real needs of the space. For this, anthropological tools are used, through non-participant observation as a method to better understand the interaction generated between individuals and the inserted object, to later translate the information collected in proposals for socio-spatial modification, which contribute to the improvement of the interactions generated in the space at the collective level. The project shows that it is possible to obtain relevant information from the context without the need to directly address users, depending on the ability of the researcher to transform subjective information into objective data, since the type of information obtained arises in part from unconscious representations, translated into behavioral traits and needs at the collective level, these being the most relevant for the position posed when designing the public space.

Keywords: design, public space, anthropology, users, interaction, non-participant observation.

1. Introducción

Una de las problemáticas principales a las que se enfrenta cualquier diseñador es la falta de entendimiento de lo que busca o piensa el usuario al cual está brindando sus servicios. Una de las razones principales de esto es que, aun después de preguntar de manera directa sus expectativas, y realizar minuciosas investigaciones sobre el tema de interés, los resultados del proceso creativo realizado muchas veces parecieran terminar huecos, sin contenido, y sin cumplir las expectativas del otro.

Sin embargo, esta es una problemática que se puede abordar desde diversas áreas del conocimiento, entre las que se encuentran la filosofía y la antropología. Partiendo de la postura fenomenológica de la filosofía (Edmund, 1982) y una visión antropológica del contexto (Gravano, 2016), apoyadas por la visión emergente y de patrones (Johnson, 2003) se buscará la traducción e interpretación de la información recopilada con el fin de aplicarla a manera de soluciones tangibles en una propuesta de diseño arquitectónico.

Los temas de espacio público, ciudad, ambientes urbanos, se han vuelto cada vez más recurrentes, tanto en la academia como de manera cotidiana, y esto se debe a la importancia que tienen estos espacios y su diseño en

el vivir colectivo de las ciudades; visto de este modo, lejos de considerarse un tema tendencioso se considera como una necesidad implícita a cualquier individuo que busque aproximarse al entendimiento y análisis del contexto en el que habita el ser humano.

Al enfrentarse al diseño del espacio público, del espacio colectivo, es imperativo resaltar que, todo esfuerzo dirigido a diseñar los entornos urbanos debe responder a mejorar la calidad de vida del usuario; ya sea en términos de reducción de estrés ambiental, o en el continuo mejoramiento de las condiciones del espacio. Lo anterior visto desde el punto de vista del usuario como un ser colectivo, capaz de contribuir en el diseño de su entorno, por consiguiente, la vivencia en el espacio, la manera en cómo vive la ciudad cada usuario, también se determina a partir del imaginario que cada individuo tiene de ella, esto significa que, la proyección física del mundo percibido de manera individual cambia dependiendo de las condiciones particulares de cada individuo al estar inmersos en una capa colectiva.

[...] es necesario generar herramientas de planificación que ayuden a superar el modelo de ciudad actual que admite la segregación como algo normal, que permite que un gran porcentaje de la población carezca de condiciones adecuadas de infraestructura, y habitabilidad con escasos estándares de bienestar y calidad de vida, con vastos espacios densamente poblados y proporcionalmente con muchos menos espacios públicos, áreas verdes, infraestructura y transporte público que aquellos con mayores ingresos (Murillo, Artese y Schweitzer, 2012). En suma, se requieren espacios desde y para las personas, de manera que la alternativa no sea sencillamente adaptarse a lo existente, al barrio construido listo para ser habitado, sino que sean espacios más dinámicos en términos de posibilidades, considerando las necesidades y deseos de sus habitantes” (Silva-Roquefort & Muñoz, 2018).

El contexto elegido para este ejercicio es el público, sin embargo, no es cualquier espacio público ya que se encuentra inmerso en una capa socio espacial mucho más específica: El espacio público al interior de una institución académica o de educación pública. Si bien, este espacio es público no se encuentra completamente abierto al uso de la sociedad general, -aunque cualquier individuo de

la sociedad tiene la libertad de interactuar en este; solo interactúan en él aquellos que tienen algún interés en la institución o en la academia, ya sea por brindar servicios a la institución o bien ser parte de la plantilla de profesores, estudiantes o administrativos que desarrollan sus actividades diarias.

Otra particularidad de este espacio público es la diversidad cultural y socioeconómica que converge en él ya que se puede encontrar individuos de diversas culturas y estratos económicos, pero un rasgo particular de los grupos sociales que interactúan al interior de la institución es la curiosidad y necesidad de aprender. Por ello, a pesar de ser de distintos grupos socioeconómicos y sociales, de manera colectiva prevalece al interior de la institución cierto nivel educativo, a diferencia del espacio público tradicional, tal como lo establecen Duhau & Giglia (2008):

Hablando particularmente del contexto México, específicamente hablando de sus grandes urbes, la capa social que converge en ellas tiene características sociales y ordenadoras muy particulares; se trata de un mundo popular, que, espacialmente, se localiza tanto entremezclado con las clases medias, como segregado en vastas áreas socialmente homogéneas”, por lo tanto “ni los poderosos actores globales, ni las empresas formales, en general, ni el gobierno, logran controlar de manera efectiva este mundo popular.” (Duhau & Giglia, 2008).

Otra característica que diferencia a los espacios al interior de la institución del espacio público al exterior son la libertad de expresión y apropiación del espacio. Si bien, el espacio público administrado por la ciudad tiene cabida para la libertad de expresión, esta no siempre es respetada. Podría decirse que es una libertad regulada, más por intereses políticos y de administración espacial que por derechos humanos, sin embargo, al interior de una institución de educación pública la libertad de expresión y apropiación del espacio vista desde la postura de derechos humanos adquiere mucha más fuerza que al exterior. Esto se debe en primer lugar, a la conciencia propia que tienen los grupos sociales al interior de la institución sobre sus derechos y el cómo hacer uso de ellos de manera ética, situación que va ligada directamente con el nivel de educación promedio, el cual se encuentra por arriba del promedio de los espacios públicos tradicionales. Estas

características han sido previamente definidas (Duhau & Giglia, 2008; Palma, 2014):

Lo que significa el espacio urbano, y en particular los espacios públicos, donde se desarrollan prácticas sociales simultáneas y contiguas, son espacios disputados y en muchas ocasiones apropiados exitosamente por grupos populares. [...] La gestión de esta coexistencia, no siempre pacífica, tanto al interior de los mismos sectores populares como entre estos y los actores urbanos, debería estar en el centro de las preocupaciones de quienes gobiernan y piensan sobre la ciudad. [...] En lugar de promover la coexistencia y la integración de las diferencias, predomina una administración del conflicto, latente o manifiesto, que se inclina por la separación, la segregación, la atribución o auto atribución de cotos exclusivos. (Duhau & Giglia, 2008).

Por mucho tiempo, la ciudad ha sido pensada como un espacio público, es decir, como un lugar de ‘encuentro y de comunicación’, en donde confluye lo diverso y lo contingente; un espacio para la integración. Sin embargo, de manera práctica, el espacio público también se presenta como un lugar en donde se hace presente el conflicto y se administra. En el caso del espacio, la dificultad comienza cuando se reconoce, siguiendo a Doreen Massey, que éste ‘no es una superficie’, sino ‘una zona de disrupciones’, pues ‘el espacio es producto de interrelaciones.’ Se constituye a través de interacciones, desde lo inmenso de lo global hasta lo ínfimo de la intimidad (Palma, 2014).

En otras palabras, la tendencia a la privatización del espacio público tiende a una emergencia de la cual es complejo ser consciente prematuramente, por lo tanto, se cae en el entendido de que el diseño del espacio físico no solo conlleva factores estéticos y funcionales, sino que se constituye de bases teóricas, respaldadas por un discurso social vigente; contratos y acuerdos colectivos que los integrantes de la sociedad firman de manera inconsciente para vivir de manera armónica (Duhau & Giglia (2008):

El escenario del desorden metropolitano es tan amplio y diversificado que la ciudad debería estar a punto de estallar. El hecho de que esto no suceda debería hacernos pensar en lo que eventualmente se esconde detrás del

desorden o, mejor dicho, en si el desorden que predomina en los espacios urbanos no es más que la manifestación de otros fenómenos más profundos (Duhau & Giglia (2008).

Es de este modo que se logra conjugar diversos elementos del contexto socio espacial, ya que, al estar inmerso en una capa con una función específica dentro de la sociedad, el espacio público adquiere diversos matices que lo vuelven particularmente interesante.

Uno de los métodos principales para la obtención de datos e información de la interacción entre grupos sociales y el espacio será la observación participante la cual, de acuerdo con Campo (2008) y Téllez Infantes (2007) “[...] consiste en el estudio de una cultura en específico en donde se toman parte de los acontecimientos cotidianos de su vida. El antropólogo debe convivir con los miembros de la sociedad observada y participar activamente de ella durante el tiempo que permanezca allí.”

Una de las ventajas de este método, tal y como comenta Gravano (2016), es que con este tipo de estudios “[...] se podía seguir todo el ciclo de vida de esa gente, la amistad y enemistad entre los individuos, sus normas consuetudinarias y sus comportamientos más íntimos. El antropólogo no solo preguntaba a la gente sobre lo que creía cuando actuaba, sino que también él podía observar los comportamientos y constatar las contradicciones entre las creencias y la vida real de todos los días.”

En el caso del experimento planteado, la observación se realiza de manera indirecta, por medio de una variante denominada como *no participante*, en la cual el investigador se enfoca en obtener información sin interactuar de manera directa o profunda con los miembros de la comunidad. De acuerdo con Flick (2004), tomado de Berroeta y col., (2016) “[...] es un tipo de técnica que se aplica especialmente a la observación de los espacios públicos, en los que el número de miembros no se puede limitar o definir.”

Paralelo a la observación no participante se realiza la inserción de un elemento físico en el espacio. Dicho elemento tendrá la capacidad tanto física como informativa de interactuar de manera directa con los diversos grupos e individuos del espacio, con el objetivo de obtener datos de dicha interacción.

A manera de antecedente de elementos insertos en el espacio con capacidad de brindar información e

interacción con el usuario se pueden nombrar ejemplos como es el caso de la “puerta del cubículo de becarios”, la cual consistió en un experimento social que tenía como objeto generar controversia a nivel colectivo en un espacio determinado. Este caso, suscitado en la Universidad Autónoma de Querétaro, surge a partir de la combinación de dos elementos: organización y necesidad espacial del usuario. En el caso expuesto se generó de manera improvisada una puerta, dibujada con aerosol en el muro en el cual debería de existir una puerta real (Figura 1).



Figura 1. “La puerta”. La necesidad de contar con una puerta en el espacio destinado para becarios llevó a dibujarla en la pared para visibilizar su ausencia (Fuente propia).

A partir de esto, los usuarios ajenos al cubículo comenzaron a especular sobre el hecho de que la puerta existiera o no, su uso, función, necesidad, a tal grado que, coincidiendo con día de muertos, algunos integrantes del posgrado en arquitectura la incorporaron al altar dirigido a “los no nacidos”, haciendo alegoría al hecho de que la puerta jamás existió de manera física (Figura 2).



Figura 2. Altar día de muertos a “la puerta”. Al no encontrar respuesta a la necesidad de la puerta, los propios estudiantes realizaron un altar de muertos dedicado a “los no nacidos” (Fuente propia).

Cabe mencionar que “la puerta” se convirtió en cierto modo en un punto de referencia en el área de posgrado, tanto para los usuarios directos como para el transeúnte a tal grado que la acción tomada por la administración del espacio se limitó a pintar el muro de blanco nuevamente en lugar de colocar la puerta. Lo anterior generó revuelo entre los usuarios directos del espacio, situación que desembocó en oficios formales a manera de petición de modificación del espacio.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue utilizar el método de observación no participante y la inserción de elementos interactivos en el espacio físico con el fin de obtener información sobre la interacción usuario/espacio para la generación de datos que permita intervenir un espacio público, partiendo de la percepción que tienen los usuarios que hacen uso del espacio de manera cotidiana.

2. Metodología

Para este trabajo, el elemento inserto (a lo cual se le denominará “E-X” fue diseñado con la capacidad de interactuar con el usuario, sin embargo, se buscó incrementar dicho potencial de interacción y de igual manera, guiarlo a un propósito positivo aplicado al análisis del contexto. El E-X comprendió tres elementos: una estructura base, un elemento contenedor de información y elementos que propician la interacción entre la inserción y los individuos del espacio (Figura 3).

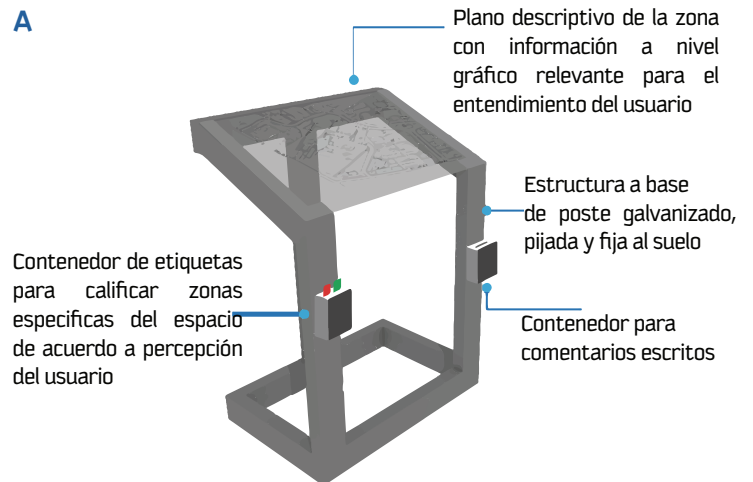


Figura 3. Prototipo de E-X. A) Prototipo de la estructura base, B) Estructura base armada (Fuente propia).

El uso de una estructura con información del sitio permite la interacción directa del usuario con ésta, de tal forma que el contacto con el investigador será prácticamente nulo. El usuario deberá tener la capacidad de entendimiento a nivel técnico y de lenguaje necesaria para lograr una interacción acertada con el E-X. Esta capacidad se determina de manera previa a la toma de decisión del tipo de elemento a insertar y de la información que contendrá este, pudiendo ser desde información gráfica a manera de un plano o planta arquitectónica del sitio o bien, imágenes y elementos que describan de manera ilustrativa lo que representan del contexto observado.

El E-X no cuenta con indicaciones de uso, ya que se busca que la interacción sea lo más natural posible, otorgando al usuario la capacidad de interpretar y analizar

el objetivo de tener ese elemento inserto en el contexto, la intuición que se tiene respecto a este punto es que el usuario tendrá la capacidad cognitiva y de razonamiento para interpretar el propósito del E-X, y con esto generar su propio sistema de medición.

Sin embargo, a manera de trampa intelectual, se dejan indicios o pistas de la intención que se tiene con la inserción del elemento, lo cual brinda información suficiente, a nivel inconsciente, del objetivo de la interacción deseada. El E-X contiene, adicional al plano informativo, dos elementos que propician la interacción con el usuario; un contenedor de etiquetas en color rojo, verde y amarillo haciendo uso de la psicología del color y con el conocimiento previo de la normalización de estos colores y su significado a nivel inconsciente (al menos en nuestra sociedad, haciendo referencia a elementos de la vida cotidiana en la ciudad, como lo son los semáforos), y un marcador indeleble, el cual brinda al usuario mayor libertad de interacción con el E-X.

Las etiquetas tienen como función principal permitir al usuario destacar los elementos que considera adecuados o inadecuados del contexto, sin embargo, a falta de indicaciones de cómo utilizar el elemento inserto se espera que surjan usos alternativos del mismo de manera emergente (Figura 4).



Figura 4. E-X con volúmenes. Se muestran los componentes del elemento insertado [Fuente propia].

Para el E-X, se propone como medio de interacción, un híbrido entre una planta arquitectónica y una maqueta (Figura 5), dado el conocimiento previo del tipo de

usuarios que convergen en esa zona, siendo una plaza pública entre dos edificaciones, el edificio I de la Facultad de Ingeniería, en el cual se imparten la mayoría de los talleres de la Licenciatura en Arquitectura, y el segundo edificio, perteneciente a la Facultad de Química.

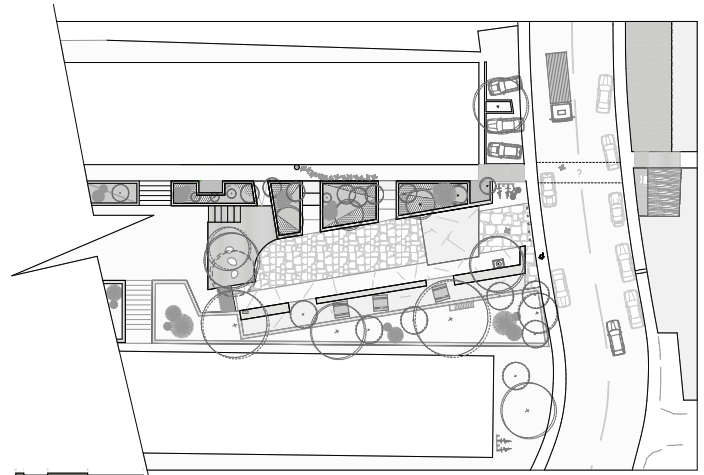


Figura 5. Plano del espacio analizado sin cotas ni leyendas de texto [Fuente propia].

Uno de los rasgos particulares para la selección de este espacio tiene que ver con el hecho de haber sido modificado recientemente a partir del diseño generado por estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de la misma institución, lo cual aporta al espacio características reconocibles por los usuarios a manera de crítica hacia la resolución física con la cual se solucionó el espacio público intervenido (Figura 6). En la Figura 7 se muestra el E-X ubicado en el espacio físico. Este mapeo de información aleatoria sobre el contexto permite al investigador interpretar las intenciones del usuario al señalar los diversos elementos encontrados en el espacio.



Figura 6. Plaza I de la Facultad de Ingeniería de la UAQ [Fuente propia].



Figura 7. E-X inserto en el contexto (Fuente propia).

Paralelo a esta interacción directa con el elemento inserto, el investigador se da a la tarea de implementar la observación no participante de manera pasiva, con lo cual se busca recopilar información de la interacción entre usuario/E-X, con el objetivo de dar mayor precisión al momento de analizar la información recopilada.

En cuanto a la temporalidad del experimento, se pretende mantener el E-X inserto en el contexto el tiempo que sea necesario para que la cantidad de información y datos recopilados por este y la interacción con los usuarios sea relevante para el objetivo de la investigación, de acuerdo con el criterio del observador, lo cual se presume, puede ir en el rango de 7 a 14 días. En este caso, se permitió una interacción de 168 horas.

3. Resultados

En cuanto al análisis espacial, se hizo uso de la observación no participante. Cabe mencionar que, a diferencia de una interacción casual con el contexto (lo que percibimos a través de los sentidos), este método tiene como objetivo identificar y recopilar información de la interacción de los sujetos inmersos en el espacio y buscar un mayor entendimiento de dicha interacción. En resumen, se podría definir como un estado cognitivo en el cual se busca precisar en el tipo de información que es de interés para el objeto de estudio, siendo consciente de la existencia de un mayor número de factores que influyen en el espacio, pero que no son representativos para el objetivo de dicha observación (Edmund, 1982).

3.1 Análisis del usuario y la interacción con el E-X.

En cuanto al análisis de la interacción del usuario con E-X, se logró definir una línea temporal parecida a la interacción entre seres humanos que se conocen por primera vez en un lugar y tiempo determinado. De este modo, el proceso de integración del E-X constó de 3 momentos:

3.1.1 El saludo

Como toda interacción humana entre individuos desconocidos, el primer acercamiento es, en cierto modo, reservado. Los individuos buscan realizar una introducción de su existencia al plano de lo percibido por los otros, a través de una muestra de empatía, transmitida por el lenguaje conocido. En el caso del E-X, esta primera aproximación para conocerlo se dio de una manera similar, los primeros sujetos que interactuaron con el E-X lo hicieron únicamente a manera de saludo, sin modificar o transgredir el espacio íntimo del otro (Figura 8).



Figura 8. Primer contacto con el E-X 20 minutos después de su inserción (izquierda) y contacto indirecto con E-X (derecha) (Fuente propia).

Este tipo de interacción directa prevaleció durante los primeros 60 minutos posteriores a la inserción del E-X. El usuario mostraba curiosidad por conocer al objeto, sin embargo, dado la falta de información en cuanto a la posibilidad de interactuar de manera directa se mantenía cierta distancia.

3.1.2 La búsqueda por interactuar

Como en todo proceso social, existe una línea de valores, tanto éticos como de etiqueta, dentro de la cual se generan los primeros procesos cognitivos para la interacción entre sujetos. A partir de ello se formulan de manera inconsciente las primeras interrogantes acerca del cómo abordar al sujeto de interés. De manera física

y por medio de la percepción se tratan de identificar rasgos o elementos del otro por medio, de los cuales se pueda generar ese primer acercamiento. En el caso del E-X, se generó una primera interacción premeditada e intencional a manera de trampa intelectual para el resto de los usuarios. Por medio del uso de los elementos interactivos que contenía el E-X (etiquetas y marcador permanente) se realizó la primera interacción directa entre usuario y E-X (Figura 9).



Figura 9. Contacto indirecto con E-X (izquierda) y generación de trampa intelectual, primera interacción directa a los 60 min (derecha) (Fuente propia).

Una vez realizada la primera interacción con el objeto, romper la barrera de lo permisible para el resto de los usuarios, se generó de manera inconsciente y colectiva la posibilidad, no solo de conocer al E-X, sino de ingresar a su espacio íntimo (Figura 10). Transcurridas 24 horas de la inserción del E-X en el contexto, ya se podía apreciar los primeros indicios de interacción de manera sutil, sin invadir en exceso el espacio íntimo del otro. Dicha interacción se dio a partir de las herramientas otorgadas al usuario con ese propósito, prevaleciendo en un inicio el uso del lenguaje conocido, por medio del marcador permanente, a modo de anotaciones y expresión de elementos gráficos.

Después de 48 horas de la inserción del E-X en el contexto, se volvió evidente la aceptación de este como nuevo integrante, se notó un aumento considerable de interacción y apareció de manera emergente el primer indicio de estructura en cuanto al sistema de valores (Figura 11). A falta de información escrita (indicaciones), sobre el propósito que tenía el E-X en el contexto, o la manera a través de la cual se podía interactuar con él, el usuario generó su propio sistema de valoración de los elementos informativos inmersos en éste (situación prevista desde antes de insertar el E-X).



Figura 10. Interacción directa con E-X a los 80 min. (izquierda) y E-X 24 horas posteriores a su inserción (derecha) (Fuente propia).



Figura 11. E-X 48 horas posteriores a su inserción, aparición de sistema de valoración (izquierda) y E-X 120 horas posterior a su inserción en el contexto (derecha) (Fuente propia).

Mediante el uso de las etiquetas el usuario generó tres categorías de validación para la información que el E-X transmitía del contexto real del cuál tomaba los datos que lo integraban. Por medio de una clasificación de bueno, regular y malo, siendo bueno la etiqueta verde, regular la etiqueta amarilla y malo la etiqueta roja, la capacidad de interacción con el E-X potenció de manera importante.

Con este nuevo sistema de valoración, el uso de las etiquetas como medio de interacción tuvo un fuerte incremento, dando la posibilidad al usuario de transmitir su impresión de los espacios percibidos a través de un medio diferente al lenguaje escrito. Transcurridas 120 horas del inicio del experimento social, se generó la tercera y última parte del proceso de integración del E-X al contexto.

3.1.3 El exceso de confianza

Caracterizado por el uso de lenguaje coloquial, y la impresión de una interacción más fluida entre sujetos, el usuario se da a la tarea ya no de interactuar únicamente con el E-X, sino de utilizarlo a manera de bitácora de las anotaciones y observaciones realizadas por el resto de los individuos.

Esta última etapa del reconocimiento del objeto en el contexto brinda una de las pistas intelectuales más representativas del ejercicio planteado. Posterior a la medición de la información contenida en el E-X de manera inicial, se utilizaron las herramientas integradas en este (etiquetas y marcador) para generar una segunda validación del sistema propuesto por el usuario (Figura 12). En cierto modo se utilizó al sistema para validar al mismo sistema, o en su caso rechazar la valoración anterior.

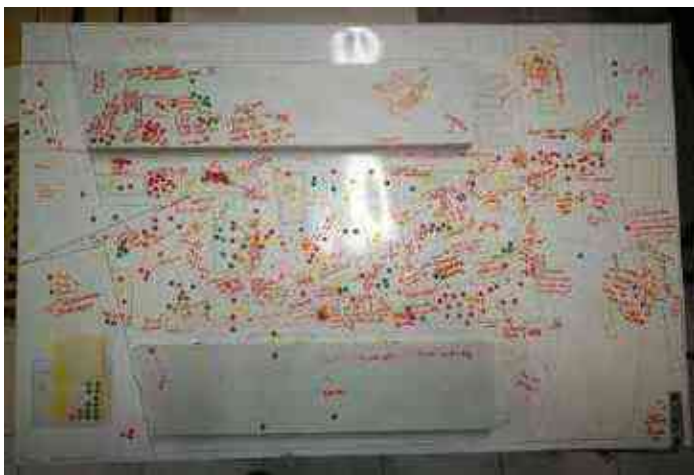


Figura 12. E-X 168 horas posterior a su inserción en el contexto, fin del experimento (Fuente propia).

3.2 Clasificación de información

Desde una postura antropológica se estableció y se clasificó el tipo de información recopilada etiquetada como relevante, generada a partir de la observación realizada:

3.2.1 Lo objetivo/lo que es

- El experimento social se generó en la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Autónoma de Querétaro.
- El experimento tuvo una duración de 168 horas, desde la inserción del E-X, hasta su retiro.
- Existió interacción entre los usuarios y el E-X.
- La interacción se realizó a través de las herramientas otorgadas.
- El usuario generó su propio sistema de validación del E-X a partir de la información brindada.
- Se utilizó un lenguaje específico (español) y un sistema de medición basado en bueno, regular y malo.
- Existen 270 valoraciones en total por medio del uso de etiquetas.
- Existen 134 valoraciones “malo” representadas por 134 etiquetas de color rojo (52.96%).
- Existen 43 valoraciones “regular” representadas por 43 etiquetas de color amarillo (15.92%).
- Existen 93 valoraciones “bueno” representadas por 93 etiquetas de color verde (34.4%).
- Existen 4 casos en los cuales el usuario sobrepuso su valoración del espacio por encima de la valoración de otro.

3.2.2 Lo que está dicho/información aportada por el otro

Las anotaciones referentes al mejoramiento espacial, principalmente en temas de movilidad, accesibilidad, calidad del espacio, funcionamiento y percepción (transcritas de manera literal) se muestran en las tablas 1-5.

Tabla 1. Edificio I

Espacial (lo que está)	Espacial (lo que no está)	Normativa/Administrativa	Sensorial
Quitar las bancas de ahí porque interrumpen las clases. Quitar las clases porque interrumpen la convivencia sana. Pinche junta bien culera, el otro día me caí “alv”. Baños sucios.	Baños como los de inge. Nunca hay papel higiénico, ni jabón. Sillones en pasillo de escalera. Cenicero.	Siempre están cerrados (baños).	Baños huelen feo.

Tabla 2. Pasillo y jardineras edificio I

Espacial (lo que está)	Espacial (lo que no está)	Normativa/Administrativa	Sensorial
Aquí me tropecé x 10 (escaleras), xfa arréglenlo. Se inunda, no sirve (jardineras) La tierra se sale con las lluvias. Descuidado (jardineras) Te caes (escalón junto a rampa).	Hamacas Puede habilitarse para descanso (jardineras)	Accesibilidad	No sirve ni para sentarse/ Como no? ¡Seguro está plano!

Tabla 3. Vialidad principal

Espacial (lo que está)	Espacial (lo que no está)	Normativa/Administrativa	Sensorial
No quitar tope aquí. Este mural está bien horrible y bien desproporcionado quítenlo. Guacalal x13 Se vuelan las pelotas un vergo. Suban la malla plox. x2	Poner tope aquí / no!!! Aprendan a manejar mejor Marcar paso peatonal	¿Neta un camión?	Te atropellan No mms, no hay tope, la neta! x2

Tabla 4. Plaza I

Espacial (lo que está)	Espacial (lo que no está)	Normativa/Administrativa	Sensorial
Los enchufes no sirven (área de deck)	Vacío / Que es aquí? Cancha / que no chuy! / Pero podría ser! / Nelson / como que no prro. Barandal (Escaleras) ¿Rampa? Mesita / ese modelo no! Mesa de ping pong y beer pong. Bancas pa ver el escenario / mobiliario desmontable. Botes de basura. Cafecito 2.1, lolos, papelería - x3 (plancha de concreto) Monumento (plancha de concreto). No hay espacio para todas las bicis, otro rack porfa! - se las roban	Ya pon más dulces Nicolle- x 8 (tiendita emergente)	¿Sombra?

Tabla 5. Mesas y jardinera lado sur.

Espacial (lo que está)	Espacial (lo que no está)	Normativa/Administrativa	Sensorial
Mesa redonda está bien bonita, hay que rehabilitarla por fi! Olvido (jardineras lado norte)	Cenicero Conexión al otro edificio Barandal Protección solar x4./ bloqueador? Tablas salvacorte Aquí también falta un acceso, sino pa que es la escalera?		Se te enfrían las posaderas (bancas) Mejor mobiliario/ Ah sí, que más patrón? Extensión plaza i arq. ¿Qué hacen en este edificio? Sean realistas

3.2.3 Lo subjetivo, la impresión y prejuicio del observador

- Se observó empatía por el E-X.
- Los usuarios abordaron al E-X de manera individual y colectiva, generando círculos de discusión en torno a él.
- La valoración realizada al espacio a través del E-X tiene que ver con situaciones físico-espaciales, percepción y funcionamiento del espacio.
- Se infiere que la existencia del E-X en el contexto permitió a los usuarios expresar de manera dirigida sus comentarios y percepción del contexto analizado.
- A pesar del uso coloquial de muchos de los comentarios, toda la información recopilada por el E-X es relevante para el experimento.
- Se respetó la integridad del E-X, minimizando actos destructivos, como podría haber sido el sabotaje del mismo o el robo de las etiquetas y marcador, lo cual nos habla de un sistema de valores estructurado a nivel colectivo.
- El experimento tenía un doble sentido, la recopilación de información de interacción entre los usuarios y el E-X y la recopilación de información de la percepción que tiene el usuario sobre el contexto vivido, haciendo uso del E-X como herramienta para la transmisión de dicha percepción.
- Se tiene la intuición de que el proceso de conocimiento de un objeto/espacio es similar al proceso de conocimiento entre seres humanos, si bien, el objeto inanimado no se percibe capaz de responder de manera literal a los estímulos del usuario, sí tiene la capacidad responsiva de generar las condiciones adecuadas para que se dé tal interacción.

- El espacio en sí, contiene una carga informativa y de datos de manera inherente, es decir, depende de la percepción y capacidad cognitiva del usuario el interpretar la información existente en el contexto. De esta capacidad dependerá el nivel de compenetración con el contexto.

3.3 En búsqueda de patrones

Si bien la lectura e interpretación de las etiquetas por sí sola no es capaz de brindar información concreta de la problemática señalada, si tiene la capacidad de funcionar a manera de sistema complejo, a través de la realización de tareas simples de valoración del espacio, por lo que cada elemento simple cumple con una tarea específica y es necesaria para la correcta lectura del sistema de manera conjunta.

Tal y como comenta Johnson (2003) al referirse al moho de fango y las redes en el cerebro humano “En términos sencillos, resuelven problemas recurriendo a masas de elementos relativamente no inteligentes en lugar de recurriendo a un solo “brazo ejecutor” inteligente. Son sistemas ascendentes, no descendentes. Extraen su inteligencia de la base. En un lenguaje más técnico, son sistemas complejos de adaptación que despliegan comportamientos emergentes.”

Es en el mismo sentido en que Johnson plantea la capacidad adaptativa del moho de fango que se realiza el planteamiento del experimento presente, dentro del cual se busca precisar en datos relevantes para la modificación del espacio a través de elementos simples que en conjunto brindan información específica de lo que acontece en el espacio, validada o refutada por el mismo sistema del cual surge dicha información.

Otro ejemplo del uso de patrones, pero destinado al diseño del espacio es el de Alexander [1976] en su libro *Urbanismo y Participación*, el caso de la Universidad de Oregón en donde se definen los patrones como [...] un principio general del diseño y del planteamiento a través del cual se formula un problema concreto que puede presentarse repetidas veces en cualquier proceso de diseño.

No obstante, al complementar las etiquetas con un lenguaje conocido, el observador es capaz de realizar una interpretación más precisa del significado que tiene una etiqueta individual o un grupo de ellas, ya sea acumuladas en un sitio o de manera aislada, del mismo color o colores diferentes; la combinación de elementos simples del sistema permite la lectura adecuada. Tal es el caso del cruce peatonal señalado en el E-X, a pesar de su inexistencia de manera física, el espacio cuenta con una carga real a nivel de ordenamiento espacial, dicho de otro modo, el hecho de que no exista un cruce pintado a manera de paso de cebra, no significa que no esté ahí, por consiguiente, existe.

En este ejemplo se puede apreciar lo comentado anteriormente, si bien la acumulación de etiquetas rojas en el cruce peatonal nos habla de una valoración negativa del espacio, no es capaz de decirnos a que se refieren las etiquetas verdes que se encuentran en la parte superior e inferior. Sin embargo, al complementar dicha información por medio de las anotaciones generadas por los usuarios, podemos darnos cuenta de que la valoración positiva ahí marcada no tiene relación con el elemento físico analizado, sino con una afirmación de la estrategia planteada por otro que, en este caso, se traduce a una modificación espacial sencilla “marcar paso peatonal” (Figura 13).



Figura 13. Comparativa, cruce peatonal con y sin anotaciones [Fuente propia].

En cuanto a la segunda estrategia planteada “poner tope” se genera una valoración negativa a manera de anotación escrita, la cual busca una modificación al sistema de valores del usuario del automóvil en lugar de una modificación espacial. En la Figura 14 se muestra el mapeo de etiquetas.

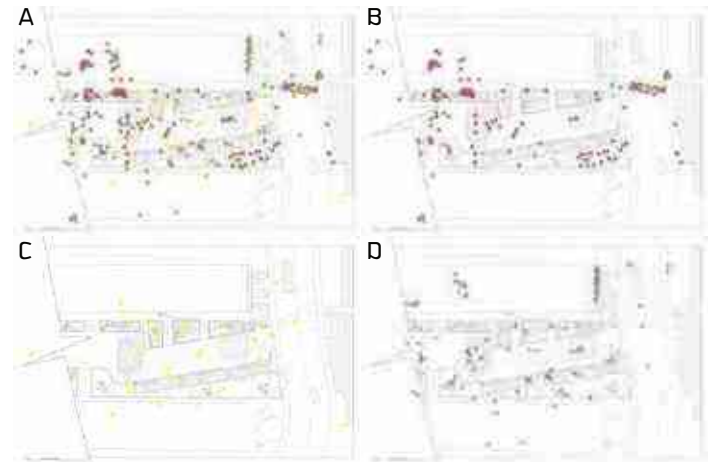


Figura 14. Mapeo de etiquetas. A) sin lenguaje escrito, B) mapeo de etiquetas rojas, C) mapeo de etiquetas amarillas, D) mapeo de etiquetas verdes [Fuente propia].

4. Conclusiones

El ejercicio planteado brinda un ejemplo de un método para la obtención de información de un contexto o acontecimiento en específico. Si bien, el objetivo principal del proyecto iba encaminado a la observación de la interacción de los usuarios con el E-X, la información recopilada generó datos concretos que, aplicados de una manera adecuada, podrían generar la modificación y mejoramiento del contexto analizado a nivel colectivo.

Derivado de la clasificación de la información en distintas capas, le es posible al observador aproximarse un poco más al entendimiento del contexto analizado, teniendo, dentro de los resultados secundarios como conclusión que, aquello de lo que carece el espacio es lo que más genera inquietud al usuario, esto significa que, a pesar de tener detalles la modificación realizada previamente a este espacio público, son aquellos elementos que se omitieron al momento de su generación los que tienen un mayor peso en el espacio. Por otro lado, a falta de una capacidad total de entendimiento por parte del diseñador respecto a las necesidades del usuario y al espacio mismo, es posible

que fuera necesario un ejercicio de retroalimentación parecido a este para caer en cuenta de aquello que pasó desapercibido en el proceso de diseño inicial.

Gracias a la retroalimentación entre los mismos usuarios y la observación antropológica realizada de manera paralela, es posible, de manera preliminar, la generación de un primer filtrado de la información recopilada, ya que en la línea temporal en la cual se fue generando dicha información se dio de manera simultánea un proceso de validación o negación de la percepción de un usuario a otro.

Si bien, se podría decir, que el tipo de información recopilada, corresponde en mayor nivel a la capa colectiva de la sociedad, no quiere decir que el resultado tras aplicar dichas estrategias de modificación espacial eliminarían la totalidad de etiquetas rojas, no obstante, se puede intuir que esa modificación al contexto respondería de manera más honesta a la necesidad del colectivo y por lo tanto, se lograría una mejora considerable en cuanto a ordenamiento espacial y percepción del espacio.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Querétaro por facilitar sus instalaciones para la aplicación del experimento y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico durante todo el proceso de investigación.

Referencias bibliográficas

- Alexander, C. (1976). *Urbanismo y Participación, el caso de la universidad de Oregón*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Berroeta, H., Vidal, T., & Di Masso, A. (2016). Usos y significado del espacio público comunitario. *Revista Interamericana de Psicología*, 75-85.
- Campo, L. (2008). *Diccionario básico de antropología*. Quito: Abya-Yala.
- Duhau, E., & Giglia, A. (2008). *Las reglas del desorden: Habitar la metrópoli*. Ciudad de México: Siglo XXI editores.
- Edmund, H. (1982). *La idea de la fenomenología*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económico.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- Gravano, A. (2016). *Antropología de lo urbano*. Santiago de Chile: LOM ediciones.
- Johnson, S. (2003). *Sistemas emergentes: o que tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Madrid: Turner.
- Palma, R. C. (2014). Privatización del espacio público: calles cerradas en la colonia Pantitlán, delegación Iztacalco, D.F. *Revista mexicana de opinión pública*, 97-110.
- Silva-Roquefort, R., & Muñoz, F. (2018). "Ergonomía urbana como estrategia adaptativa del espacio público. Un análisis crítico al paradigma urbano actual". *Bitácora urbano territorial*. 29 (2), 159-168.
- Téllez Infantes, A. (2007). *La investigación antropológica*. Editorial Club Universitario.





CONVERSIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES PARA LA GENERACIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES, PRODUCTOS DE VALOR AGREGADO Y BIOENERGÍA

CONVERSION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE FOR THE GENERATION OF BIOFUELS, ADDED-VALUE PRODUCTS AND BIOENERGY

Gutiérrez-Antonio Claudia ^{1*}, De Lira-Flores Julio Armando ¹, Quiroz-Pérez Efraín ², Martínez-Guido Sergio Iván ²

¹ Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n Col. Las Campanas, Querétaro, México.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n Col. Las Campanas, Querétaro, México.

* Autor de correspondencia, correo: claudia.gutierrez@uaq.mx; claugtez@gmail.com

Resumen

Los residuos agroindustriales representan un serio problema de contaminación, debido a los grandes volúmenes en los que son generados. No obstante, los residuos agroindustriales pueden ser revalorizados para generar biocombustibles, productos de valor agregado, así como energía eléctrica y/o calorífica mediante procesos con cero residuos. Lo anterior permitiría resolver el problema de contaminación que representan estos residuos y generar una fuente alternativa de biocombustibles, productos de alto valor agregado, y bioenergía.

Palabras claves: *residuos agroindustriales, biocombustibles, bioenergía, productos de valor agregado, sustentabilidad*

Abstract

Agro-industrial waste represents a serious contamination problem, due to the large volumes in which they are generated. However, agro-industrial waste can be revalued to generate biofuels, value-added products, as well as electrical and / thermal energy through zero-waste processes. This would allow solving the contamination problem that these residues represent and generate an alternative source of biofuels, high added value products, and bioenergy.

Keywords: *agro-industrial waste, biofuels, bioenergy, added-value products, sustainability*

1. Introducción

En la mayoría de las ciudades del mundo se presenta una seria problemática sobre el manejo de los residuos sólidos, los cuales en los últimos años han crecido de manera exponencial; esto debido a diversos factores como el crecimiento demográfico, la concentración masiva en zonas urbanas, así como el desarrollo de los sectores industriales. Según su fuente, los residuos sólidos se clasifican en domésticos, industriales, comerciales, institucionales, servicios municipales, forestales y agroindustriales (Salas Jiménez y Quesada Carvajal, 2006). En particular, los residuos agroindustriales son materiales en estado sólido o líquido, que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización (Mejías-Brizuela, Orozco-Guillén y Galán-Hernández, 2016); dichos residuos ya no son de utilidad para el proceso que los generó, pero son susceptibles de aprovechamiento para generar otros productos con valor económico, de interés comercial y/o social. Así, se transforma un problema en una oportunidad. Dentro de los residuos agroindustriales se incluyen aquellos producidos en granjas de cría de animales, residuos orgánicos de frutales y de granos, así como aquellos provenientes del cultivo de productos alimenticios (Saval, 2012).

En 2014, la producción mundial de residuos agroindustriales fue de 3,045 billones de toneladas (Saval, 2012), mientras que en México se generaron 75.73 millones de toneladas de materia seca proveniente de 20 cultivos de alimentos como maíz, sorgo, caña de azúcar, trigo, cebada, agave y café (Mejías-Brizuela, Orozco-Guillén y Galán-Hernández, 2016). Los residuos agroindustriales representan, en la mayoría de los casos, un problema de contaminación debido a los elevados volúmenes en los que son generados; de ahí que su disposición final implique costos adicionales, sin beneficio económico, para el sector que los genera. Por ello se han enfocado los esfuerzos, tanto de investigación como de desarrollo tecnológico, para la propuesta de procesos de aprovechamiento de estos residuos, los cuales pueden ser empleados para generar energía térmica y/o calorífica, biocombustibles, y/o productos de

valor agregado; cabe aclarar que el producto de valor agregado específico que pueda generarse depende principalmente de la composición de los residuos. Además, es importante que los procesos de conversión de dichos residuos empleen tecnologías de alta eficiencia que minimicen el impacto al medio ambiente (Gutiérrez-Antonio y Hernández, 2018). Así, el uso de residuos agroindustriales representa una alternativa para la generación de biocombustibles, productos de valor agregado y bioenergía, así como una solución para el problema de contaminación por los grandes volúmenes en los que éstos son generados. No obstante, la revalorización de estos residuos tiene varias desventajas, entre las cuales se encuentran su alto nivel de humedad, así como su baja densidad física y energética. Una alternativa que permite justamente superar estas desventajas es la obtención de biocombustibles sólidos, los cuales están compuestos por materia orgánica, de origen vegetal o animal. Los biocombustibles sólidos se obtienen mediante procesos físicos, tales como la densificación con la cual se supera la principal desventaja de los residuos agroindustriales como combustibles, que es su baja densidad física y energética; así, el proceso de densificación tiene una gran importancia en el aprovechamiento de estos residuos ya que facilita su almacenamiento, transporte y uso. Existen diferentes tipos de biocombustibles sólidos, tales como las astillas, briquetas, carbón vegetal y los pellets. En particular, los pellets son pequeños cilindros que se obtienen mediante procesos de compactación de la biomasa, la cual incluye a los residuos agroindustriales o forestales; los pellets son los biocombustibles sólidos más populares, ya que poseen mayor poder calorífico que la leña tradicional, encienden más rápido, no emiten olores y su uso evita la tala indiscriminada de árboles (García Bustamante y Masera Cerutti, 2016). Un aspecto interesante de los pellets es que pueden sustituir al carbón mineral en las centrales de generación de energía eléctrica, posibilitando así la generación de energía a partir de una fuente renovable. Adicionalmente, los gases resultantes de la combustión de los pellets poseen menos compuestos contaminantes que aquellos

derivados de la combustión del carbón mineral. Dentro de estos gases, el principal es el dióxido de carbono que puede usarse para distintas aplicaciones incluyendo la producción de otros biocombustibles. Otro producto que se genera en la combustión de los pellets es la ceniza, la cual se emplea en diferentes industrias tales como la construcción y la agricultura. No obstante, en el sector energético el uso de las cenizas ha sido poco estudiado, pero es un campo de

investigación con áreas de oportunidad. Algunas de las pocas aplicaciones reportadas hasta ahora incluyen la síntesis de materiales para el aprovechamiento de la energía solar. Dado que dichos materiales son generados a partir de residuos, se espera que posean costos reducidos, así como un bajo impacto ambiental. Así, con base en lo anteriormente expuesto se propone un proceso de aprovechamiento de los residuos agroindustriales, el cual se muestra en la Figura 1.

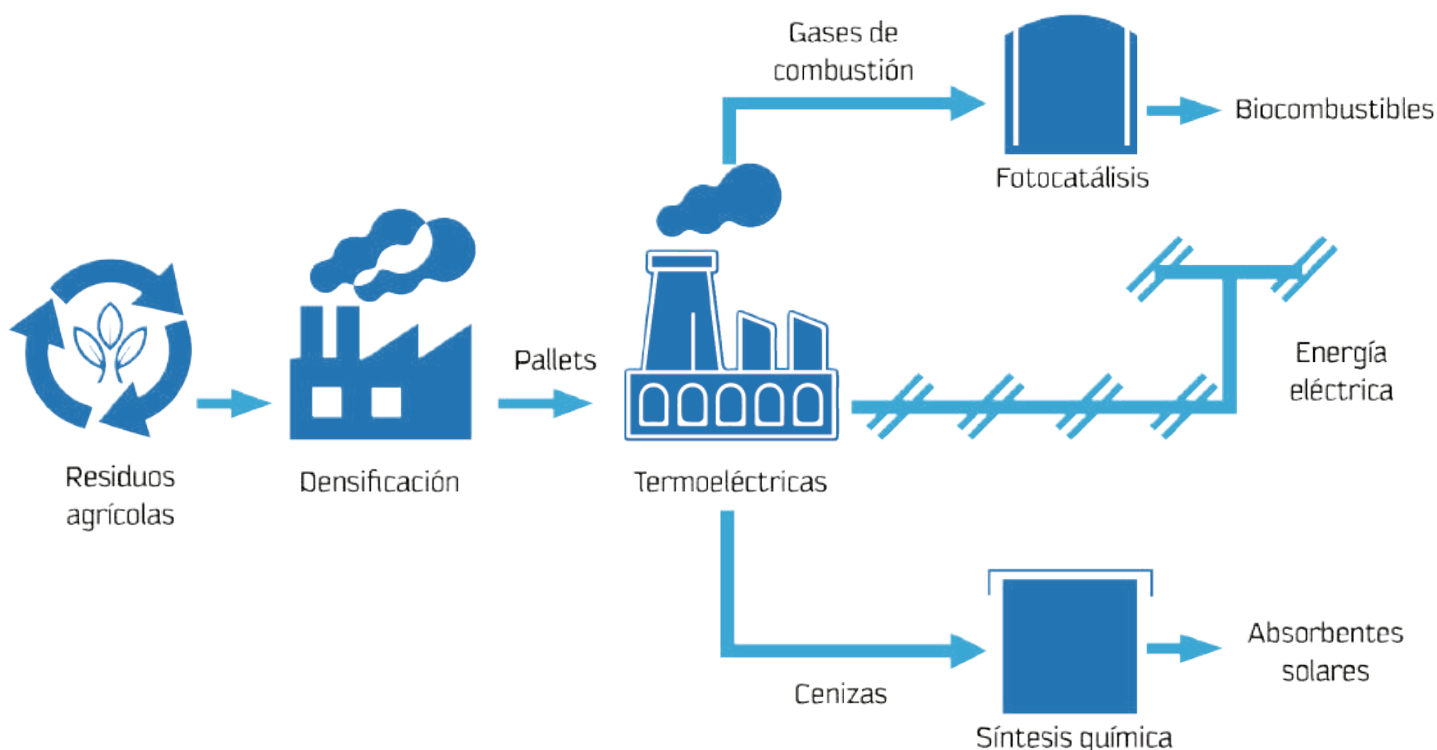


Figura 1. Proceso integral de aprovechamiento de residuos agroindustriales

Primero, los residuos agroindustriales se emplean para producir pellets, los cuales se queman para liberar así su contenido energético. Como resultado de esa combustión, los gases se emplean para generar energía eléctrica y el dióxido de carbono se captura para generar biocombustibles líquidos; mientras que las cenizas se utilizan en la síntesis de materiales para el aprovechamiento de la energía solar. Esta propuesta permitiría proponer un ciclo cerrado del uso de residuos agroindustriales mediante un proceso integral para la producción de pellets, su combustión y

la utilización tanto de los gases de combustión como de las cenizas para aplicaciones en el sector energético.

Por lo tanto, en este artículo se presenta la propuesta de aprovechamiento de residuos agroindustriales que incluye la producción de pellets a partir de residuos agroindustriales, la combustión de los pellets para la generación de energía eléctrica, así como el uso de los gases de combustión y las cenizas para la producción de biocombustibles y el desarrollo de biomateriales para aplicaciones solares, respectivamente.

2. Producción de pellets

Los pellets son biocombustibles sólidos, de forma cilíndrica, con diámetros de 6 - 25 mm y longitudes de 3.15 - 40 mm (ISO, 2014); éstos pueden producirse a partir de residuos agroindustriales mediante un proceso muy sencillo denominado densificación (pelletizado), en el cual se obtiene un producto con una mayor densidad que la materia prima inicial. El proceso de densificación consta de la compactación de la biomasa mediante la aplicación de presión; la biomasa pasa por un círculo metálico con pequeños agujeros, donde se forman los pellets. Así, los pellets, al poseer una mayor densidad, se transportan ocupando un volumen menor, y por lo tanto es más fácil su manipulación y almacenamiento.

Los residuos agroindustriales usados en la generación de pellets deben poseer un contenido de humedad máximo de 15% (ISO, 2014); si el residuo original posee una humedad mayor se puede emplear un secador solar para reducir la humedad de manera económica y con mínimo impacto al ambiente. Una vez que los residuos poseen el contenido apropiado de humedad se reduce su tamaño mediante un molino, esto con el objetivo de facilitar su densificación, la cual se realiza en una máquina peletizadora. Los pellets obtenidos se dejan enfriar a temperatura ambiente, para su posterior empacado. Algunos residuos

agroindustriales que se han usado para producir pellets incluyen paja de arroz, cascarilla de arroz (Figura 2), paja de trigo y paja de frijol, entre otros. Una característica muy importante de los pellets es su poder calorífico; es decir, la energía que se libera en su combustión por cada kilogramo de pellets. De acuerdo con la norma ISO 17225-6 (ISO, 2014) el poder calorífico que deben poseer los pellets elaborados a partir de residuos agroindustriales debe ser mínimo de 14.5 MJ/kg. Como referencia, los pellets de madera poseen un poder calorífico de 18 MJ/kg, y el carbón mineral de 21 MJ/kg. El menor poder calorífico de los pellets elaborados con residuos implicaría que una mayor cantidad de ellos se necesitarían para poder liberar la misma cantidad de energía que el carbón mineral. No obstante, los pellets producidos a partir de residuos resuelven el problema de contaminación por la acumulación de residuos, y sus gases de combustión no poseen contaminantes en comparación con aquellos provenientes de la combustión del carbón mineral; lo anterior representa importantes impactos positivos al medio ambiente. Además, los pellets son un combustible renovable, a diferencia del carbón mineral.

3. Generación de energía eléctrica renovable

Una vez que los pellets han sido producidos, éstos liberan su energía contenida mediante un proceso de combustión. La combustión es una reacción química en la que un combustible (pellet) junto con oxígeno (proveniente del aire) libera su energía contenida mientras se producen cenizas y gases de combustión (principalmente dióxido de carbono y vapor de agua). La energía liberada en la combustión de los pellets puede ser utilizada para la generación de electricidad en una central termoeléctrica, cuyo proceso simplificado se presenta en la Figura 3.



Figura 2. Pellets de cascarilla de arroz

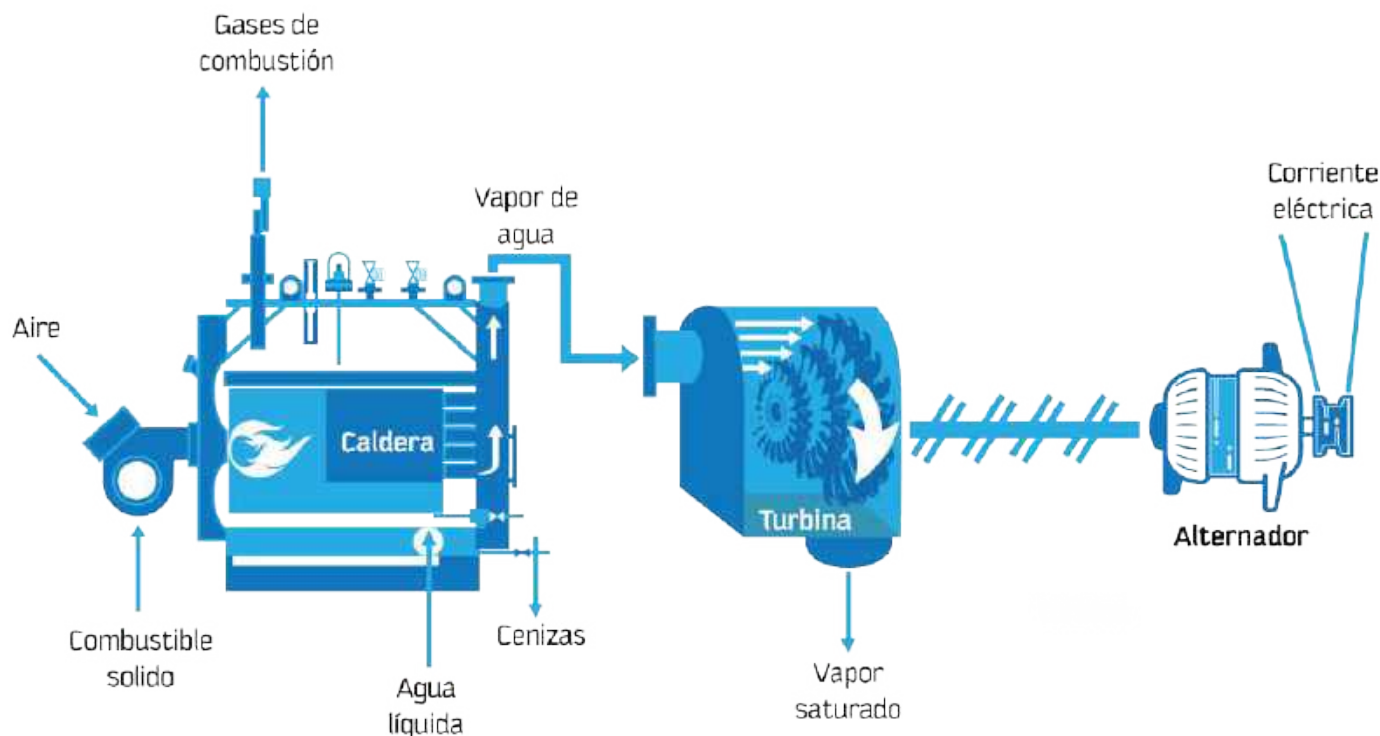


Figura 3. Proceso simplificado de una central termoeléctrica para la producción de energía.

En la Figura 3 puede observarse que el combustible se alimenta a una caldera, donde es quemado. La energía que se libera por la combustión se transfiere hacia el agua que circula a través de la caldera, la cual absorbe la energía para cambiar de la fase líquida a la fase vapor. El vapor de agua generado se hace pasar por una turbina y se genera energía mecánica, que es transformada a su vez en energía eléctrica mediante un alternador.

La mayoría de las centrales termoeléctricas emplean carbón como combustible; sin embargo, los pellets podrían emplearse como sustituto del carbón mineral. Recientemente se reportó un estudio en el que se analizaba el uso de pellets de residuos agroindustriales para la generación de energía eléctrica en las centrales termoeléctricas de México (Martínez-Guido, Ríos Badrán, Gutiérrez-Antonio y Ponce-Ortega, 2019). Los resultados del estudio indican que es posible satisfacer el 50% de la demanda nacional mediante del uso de pellets de residuos agroindustriales en las centrales termoeléctricas. Un aspecto interesante es que al satisfacer este

porcentaje de la demanda se logra disminuir en 25% las emisiones de dióxido de carbono. Este estudio es el único realizado en México hasta ahora, y sin duda, es necesaria más investigación al respecto; no obstante, es un resultado alentador para continuar impulsando el establecimiento de la industria de los biocombustibles sólidos en México.

4. Uso de los residuos de la combustión de los pellets

Después del aprovechamiento de los biocombustibles sólidos mediante su combustión es importante señalar que además de la energía liberada se generan dos subproductos: los gases de combustión y las cenizas. A continuación, se presentará información de los usos reportados para estos subproductos en el sector de energía.

Los gases de combustión usualmente incluyen diferentes compuestos, principalmente dióxido de carbono, así como agua, monóxido de carbono, y pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno. De estos

gases de combustión, uno que resulta de gran interés es el dióxido de carbono. El dióxido de carbono ha tenido un gran auge en el sector alimenticio, ya que puede emplearse como solvente para la extracción de cafeína, aceites y algunos otros compuestos. De manera particular en el sector energético, el dióxido de carbono puede utilizarse para producir biocombustibles; esto es

posible mediante la fotocatalisis, que es una reacción química en la que el dióxido de carbono en presencia de agua y energía solar se transforma en alcoholes o bien en hidrógeno. Los alcoholes producidos pueden a su vez ser transformados mediante diferentes procesos químicos en hidrocarburos renovables como biogasolina, diésel verde o bioturbosina, Figura 4.

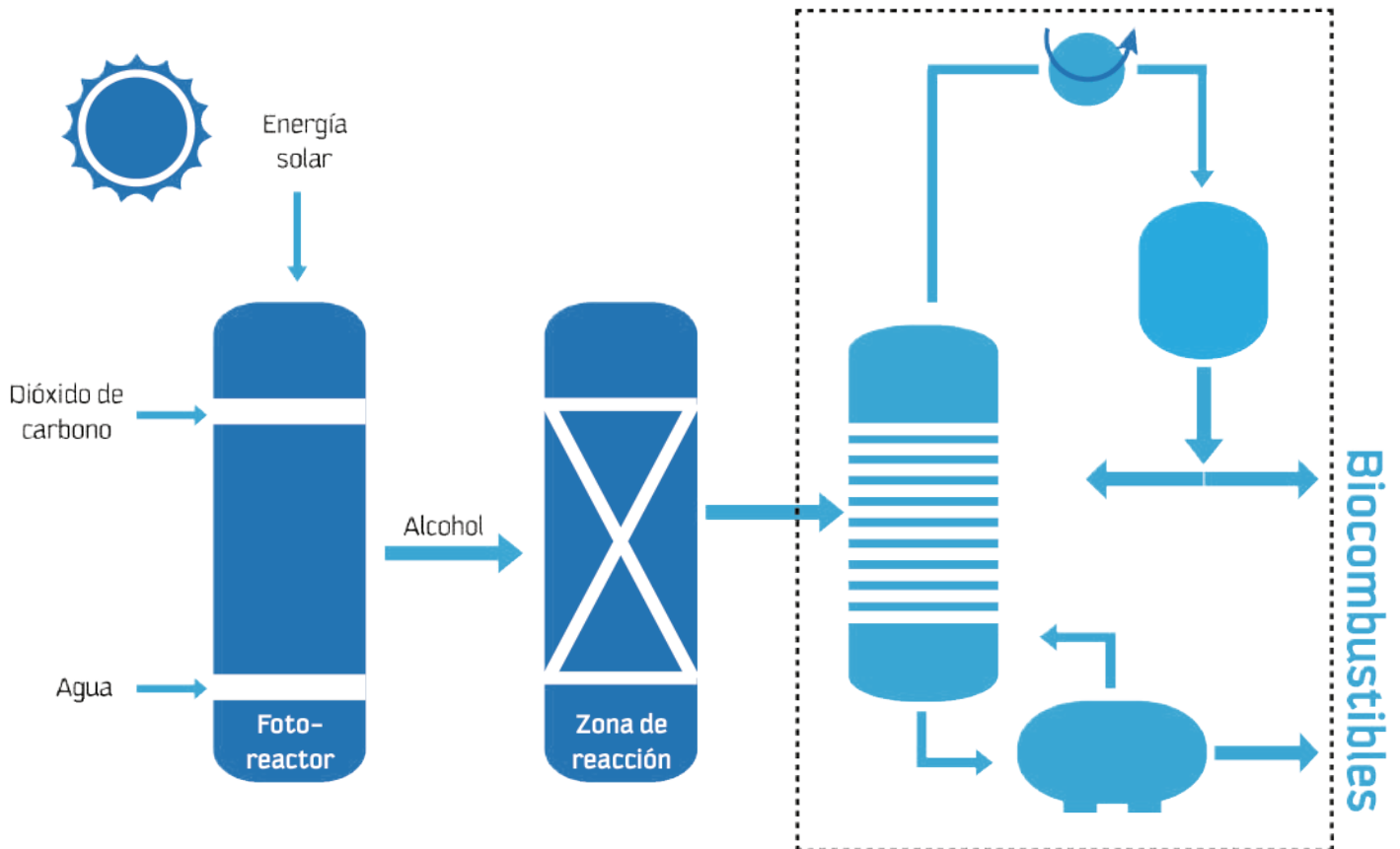


Figura 4. Proceso de conversión del dióxido de carbono en biocombustibles.

El proceso de aprovechamiento del dióxido de carbono mediante fotocatalisis ha recibido mucha atención por parte de la comunidad científica, debido a la posibilidad de crear un ciclo neutro de carbono en el sector del transporte principalmente. Si bien la tecnología es promisoría, su principal limitante hoy en día son los bajos rendimientos que este proceso tiene en condiciones ambientales. Uno de los trabajos más interesantes en esta área es el reportado por Tsai, Chen, Liu, Asakura y Chan (2011); en ese trabajo se presenta la conversión del dióxido de carbono en metanol a una temperatura de 25 °C y 2.90 atm para obtener 0.010 gramos de metanol por cada gramo de catalizador, en

un período de dos horas. El catalizador es un compuesto químico que ayuda a acelerar una reacción química, y en el caso del trabajo de Tsai, Chen, Liu, Asakura y Chan (2011) se utiliza óxido de níquel dopado con tantalato de indio. Por ello, la investigación se ha enfocado en el desarrollo de catalizadores que permitan obtener mayores cantidades de los productos de interés. Por otra parte, el principal uso que se le ha dado a las cenizas que resultan de la combustión está en la agricultura y en la construcción. Por ejemplo, las cenizas se pueden emplear en la fabricación de bloques para la construcción, o bien como aditivo para la fabricación de cemento. De manera particular en el

sector energético, las cenizas de combustión se pueden emplear para la síntesis de recubrimientos absorbentes de radiación solar.

Un recubrimiento absorbente de radiación solar, como su nombre lo indica, tiene como principal objetivo mejorar funciones como las características ópticas, mecánicas, eléctricas y/o de resistencia de las superficies donde éstos son depositados para absorber la mayor cantidad de energía solar posible (Kennedy, 2002). La mayoría de los recubrimientos solares se elaboran a partir de óxidos de metales como el cobre, cobalto, níquel, entre otros. Por ello, el uso de cenizas derivadas de la combustión de biomasa para la síntesis de recubrimientos absorbentes solares es un campo de investigación interesante; adicionalmente, su potencial aplicación en tecnologías solares térmicas permitiría generar recubrimientos de muy bajo costo y con reducido impacto ambiental. Hasta la fecha sólo se ha realizado un estudio en el que se reporta el uso de hollín de resina de pino como materia prima para la síntesis de un recubrimiento absorbente solar (Servín, Peña, Sobral y González, 2017). En ese estudio se determinó que la capacidad para absorber energía solar de este material es competitiva en comparación con la pintura de imprimación (primer Paint), es decir, la pintura base que se aplica previo a un pintado posterior.

5. Análisis de costos

El proceso de aprovechamiento integral de los residuos considera la conversión de los residuos a pellets, y la subsecuente transformación del dióxido de carbono a biocombustibles, así como de las cenizas en absorbentes solares. A continuación, se presenta información sobre los costos de los procesos previamente mencionados.

En un estudio reciente presentado por Tauro, García, Skutsch y Masera (2018) se han estimado los costos de producción de pellets obtenidos a partir de diferentes residuos agroindustriales aprovechables en México; las biomásas consideradas son residuos forestales, aserrín, residuos de cosecha de caña de azúcar, cáscaras de cítricos y residuos de poda de árboles frutales; información sobre estos pellets se presentará a continuación. Los pellets producidos a partir de aserrín tienen el costo de producción más bajo (aproximadamente 4.9 dólares/GJ). Las razones ligadas a este bajo costo son la baja humedad

del residuo, que evita la inclusión de una etapa de secado, y el tamaño de partícula de la materia prima, que deja de lado la necesidad de incluir una reducción de tamaño extra. Por otro lado, los pellets producidos a partir de residuos de cosecha de caña de azúcar presentan el costo más alto (10.1 dólares/GJ); esto se debe a los altos costos que demandan el transporte y almacenamiento de este tipo de residuos. De acuerdo a los autores, estos costos podrían reducirse si se establecen acuerdos a largo plazo con los productores, con el fin de obtener precios de compra más competitivos y la entrega a tiempo de los residuos a las plantas de procesamiento. Otra de las alternativas propuestas para reducir los costos de producción consiste en optimizar el transporte de las materias primas desde el campo hacia las plantas de producción. Con respecto a los pellets obtenidos a partir de residuos de poda, uno de sus principales atractivos es que son relativamente baratos de producir; además, hasta ahora los residuos de poda tienen pocos usos alternativos, más allá de su empleo como leña para el sector residencial. Por otro lado, los pellets obtenidos a partir de cáscaras de cítricos tienen un mayor costo de producción; sin embargo, al igual que los residuos de poda, las cáscaras de cítricos no tienen usos alternativos por el momento, por lo que este tipo de pellets pueden ser de interés para las agroindustrias enfocadas en el procesamiento de frutas. En el mismo estudio se menciona que el costo de compra estimado para los pellets de aserrín es de 6.1 dólares/GJ, mientras que el costo de los pellets de residuos de caña de azúcar es de 12.8 dólares/GJ. A pesar de que estos costos son más altos que los de otros biocombustibles sólidos utilizados en México (aserrín y astillas de madera, cáscaras de cítricos, fardos de residuos de la caña de azúcar, etc.), en términos generales los pellets se vuelven más competitivos económicamente en aquellos casos donde la distancia recorrida hasta el usuario final es mayor. En este sentido, por ejemplo, los pellets supondrían un costo menor que el aserrín y las astillas de madera cuando la distancia recorrida sea mayor que 400 y 480 km, respectivamente. En el caso de los pellets de residuos de caña de azúcar, éstos son más rentables cuando las distancias recorridas son significativamente mayores que estos valores. De acuerdo a los autores del estudio, el transporte ferroviario puede ser más atractivo para la producción de pellets a gran escala ya que, a pesar

de que en este caso se requiere una mayor inversión en infraestructura, el costo en dólares/ton/km es más bajo que en el transporte con camiones de carga.

Finalmente, es importante mencionar que en México el impuesto a los combustibles fósiles se establece de acuerdo a su contenido de carbono, siendo este valor en 2018 de 0.03 dólares/GJ para el coque de petróleo y 0.11 dólares/GJ para el carbón. Tomando como referencia estos valores, los pellets de aserrín difícilmente podrían competir con este tipo de combustibles fósiles. En este sentido, una de las alternativas propuestas por los autores del estudio consiste en proporcionar incentivos por cada tonelada de CO₂ no emitida; con base en ello, se esperaría que los pellets de aserrín sean una opción económicamente más atractiva que el coque de petróleo y el carbón con un incentivo de alrededor de 30 y 50 dólares, respectivamente.

Una vez que los pellets han sido producidos, éstos son quemados y como producto de la combustión se generan gases de combustión y cenizas.

Respecto de los gases de combustión, el principal que es el dióxido de carbono puede convertirse en biocombustibles. Hasta el momento no se cuenta con catalizadores con rendimientos elevados. Una vez se cuente con catalizadores adecuados, la rentabilidad del proceso de dióxido de carbono a combustibles dependerá directamente del diseño del reactor fotocatalítico; si bien el costo de estos reactores pudiera no ser muy elevado, el grado de conversión que se logre permitirá determinar una estimación de los costos de adquisición y operación de los equipos de acondicionamiento y de separación. Por esta razón, aún no se cuentan con estudios formales de los costos de estos procesos en una escala mayor a la experimental. Sin embargo, recientemente se ha publicado un análisis económico del proceso de producción de metanol a partir de dióxido de carbono en un foto-reactor catalítico, realizando la separación con membranas [Chakraborty, Nayak, Pal, Kumar, Banerjee, Mondal, Kumar, Pal y Ruj, 2020]. En dicho estudio se determinó que obtener una producción anual de 20 toneladas de metanol conlleva una inversión de capital 41,500 dólares y costos de operación de 13,125 dólares. Estos valores se obtuvieron a través de modelos matemáticos, sin considerar costos asociados al mantenimiento (preventivo y correctivo) ni pérdidas de producción por paros de emergencia, entre

otros.

Finalmente, la conversión de cenizas de combustión a absorbentes solares no se ha reportado en la literatura. Sin embargo, un estudio reciente menciona que el costo de producción de un litro de recubrimiento absorbente a partir de biomasa residual es de 1 dólar [López-Sosa, González-Avilés, Hernández-Ramírez, Medina-Flores, López-Luke, Bravo-Sánchez, y Zárate-Medina 2020]. El principal contribuyente al costo de producción es el consumo de energía eléctrica.

Conclusiones

En el presente artículo se propuso un proceso integral para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales. En este proceso, los residuos agroindustriales son utilizados para la producción de pellets, que son un tipo de biocombustible sólido. Posteriormente, los pellets son quemados para generar energía eléctrica; adicionalmente se generan gases de combustión y cenizas. Los gases de combustión pueden ser empleados para la producción de biocombustibles mediante procesos de fotocatalisis. Asimismo, las cenizas pueden utilizarse para la síntesis de recubrimientos solares absorbentes.

Este tipo de procesos resulta de vital importancia para el aprovechamiento integral de los residuos agroindustriales, ya que permite la generación de productos de valor agregado que se reincorporen al mercado. De igual manera, contribuye a la síntesis de procesos con cero residuos. A pesar de que se tienen algunos resultados alentadores en los procesos descritos es necesario continuar con la investigación para incrementar rendimientos, disminuir el consumo de energía y así dar rentabilidad a los procesos de generación de bioenergía y bioproductos con cero residuos.

Resumen curricular

Dra. Claudia Gutiérrez Antonio

Profesor-Investigador de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro, e Investigadora Nivel 2 del Sistema Nacional de Investigadores. Sus intereses de investigación versan sobre procesos sustentables para la producción de biocombustibles.

Dr. Julio Armando de Lira Flores

Doctor en Ciencias en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Celaya. Actualmente, es profesor investigador de tiempo completo en la Facultad de Química de la UAQ y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Su investigación se enfoca en temas de Seguridad y optimización de Procesos.

Efraín Quiroz Pérez

Profesor-Investigador en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro y posee el Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Sus áreas de interés incluyen el modelado, simulación y análisis de procesos mediante técnicas de Dinámica Computacional de Fluidos.

Sergio Iván Martínez Guido

Investigador Postdoctoral de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro, e Investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Sus intereses de investigación radican en modelado y optimización matemática de cadenas de suministro.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero proporcionado por CONACYT, mediante el proyecto 279753. Sergio Iván Martínez Guido agradece el financiamiento para el programa Postdoctoral PRODEP otorgado por la Secretaría de Educación Pública, mediante el proyecto PRODEP-UAQ/332/19.

Referencias bibliográficas

Chakraborty, S., Nayak, J., Pal, P., Kumar, R., Banerjee, S., Mondal, P., Kumar, P., Pal, M., y Ruj, B. Catalytic conversion of CO₂ to biofuel (methanol) and downstream separation in membrane-integrated photoreactor system under suitable conditions. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(1), 675-690, 2020.

García Bustamante C.A., Masera Cerutti O. Estado del arte de la bioenergía en México. Red Temática de Bioenergía del CONACYT. Imagia Comunicación S. de R.L. de C.V., ISBN: 978-607-8389-11-7, 2016.

Gutiérrez-Antonio C., Hernández S. Process Intensification

applied to waste-to-energy production. Waste-to-Energy. Nova Science Publishers. Chapter 4, ISBN 978-1-53614-432-1, 44-56, 2018.

ISO. Solid Biofuels. Fuel specifications and Classes, Part. 6: Graded non-woody pellets (ISO 17225-6), 2014.

Kennedy C.E. Review of Mid-to High- Temperature Solar Selective Absorber Materials. Technical Report NREL/TP-520-31267, July, 1-53, 2002.

López-Sosa, L. B., González-Avilés, M., Hernández-Ramírez, L. M., Medina-Flores, A., López-Luke, T., Bravo-Sánchez, M., y Zárate-Medina, J. Ecological solar absorber coating: A proposal for the use of residual biomass and recycled materials for energy conversion. *Solar Energy*, 202, 238-248, 2020.

Martínez-Guido S.I., Ríos Badrán I.M., Gutiérrez-Antonio C., Ponce-Ortega J.M. Strategic planning for the use of waste biomass pellets in Mexican power plants. *Renewable Energy*, 130, 622-632, 2019.

Mejías-Brizuela N., Orozco-Guillen E., Galán-Hernández N. Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27-41, 2016.

Salas Jiménez J.C., Quesada Carvajal H. Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural. *Tecnología en Marcha*, 19(3), 9-16, 2006.

Saval S. Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14-46, 2012.

Servín H., Peña M., Sobral H., González M. Thermal and optical analysis of selective absorber coatings based on soot for applications in solar cookers. *Journal of Physics: Conference Series*, 792(1), 1-6, 2017.

Tsai C.W., Chen H.M., Liu R.S., Asakura K., Chan T.S. Ni@NiO Core-Shell Structure-Modified Nitrogen-Doped InTaO₄ for Solar-Driven Highly Efficient CO₂ Reduction to Methanol. *The Journal of Physical Chemistry C*, 115(20), 10180-10186, 2011.

Tauro R., García C.A., Skutsch M., Masera O. The potential for sustainable biomass pellets in Mexico: An analysis of energy potential, logistic costs and market demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 380-389, 2018.



REVALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS COMBUSTIBLES EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

REVALUATION OF AGRICULTURAL RESIDUES FOR THE PRODUCTION OF FUEL PELLETS IN THE STATE OF QUERÉTARO

Silva-Hernández Cinthia Alejandra ¹, Gutiérrez-Antonio Claudia ²*, García-Trejo Juan Fernando ¹, Feregrino-Pérez Ana Angélica ¹

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las Campanas S/N Col. Las Campanas. Querétaro, México.

² Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las Campanas S/N Col. Las Campanas. Querétaro, México.

* Autor de correspondencia, correo: claudia.gutierrez@uaq.mx

Resumen

En las últimas décadas, la demanda de energía ha crecido proporcionalmente con la población mundial; dicha energía se genera a partir de recursos no renovables, como el petróleo, el carbón y el gas natural. El uso de estos combustibles no renovables genera altas cantidades de gases de efecto invernadero y partículas que son emitidas al ambiente, cuyas concentraciones ponen en riesgo la salud humana. En la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas para la producción de energía renovable se descubrió el potencial de la biomasa. La biomasa puede convertirse en biocombustibles líquidos, gaseosos y sólidos; de estos últimos, los pellets combustibles son los más populares. Los pellets combustibles son cilindros de biomasa comprimida, que pueden emplearse para producir energía eléctrica, calorífica e inclusive otros biocombustibles. Los pellets combustibles pueden elaborarse a partir de residuos agroindustriales, razón por la cual se han convertido en una alternativa de bajo costo para la generación de energía. Así, en el presente artículo se presentará información sobre los pellets combustibles, su proceso de producción, las distintas biomásas que pueden usarse para producirlo, así como su potencial para producir energía mediante la revalorización de residuos agrícolas del estado de Querétaro.

Palabras clave: *Biocombustibles, bioenergía, biomasa residual, combustibles sólidos, pellets combustibles.*

Abstract

In the last few decades, the demand for energy has grown proportionally with the world population; this energy is produced from non-renewable resources, such as oil, coal, and natural gas. The use of these non-renewable fuels generates high amounts of greenhouse gases and particles that are emitted into the environment, in concentrations that affects human health. In the search for new technological alternatives for the production of renewable energy, the potential of biomass was discovered. Biomass can be converted into liquid, gaseous and solid biofuels; among solid biofuels, fuel pellets are the most popular. Fuel pellets are cylinders of compressed biomass, which can be employed to produce electrical energy, heat and even other biofuels. Fuel pellets can be produced from agro-industrial waste, and due to this they have become a low-cost alternative for power generation. Thus, this article will present information on fuel pellets, their production process, the different biomasses that can be used to produce them, as well as their potential to produce energy through the revaluation of agricultural residues in the state of Querétaro.

Keywords: *Biofuels, bioenergy, residual biomass, solid fuels, fuel pellets.*

1. Introducción

En las últimas décadas, la demanda de energía ha crecido proporcionalmente con el incremento de la población mundial. En el año 2019 se produjeron 580,495 PJ (EIA, 2019a), cantidad de energía que equivale a 16,690 millones de litros de gasolina. No obstante, la energía producida fue insuficiente para satisfacer las necesidades de toda la población mundial, ya que 850 millones de personas no contaron con el servicio de energía eléctrica (EIA, 2019b). Adicionalmente, la Agencia Internacional de Energía prevé que el consumo global de energía crecerá en casi 50% para el año 2050 (EIA, 2019c), lo que se traduce en un incremento significativo en el consumo de recursos para satisfacer estas necesidades.

A nivel mundial, para suministrar la energía se ha recurrido principalmente a recursos no renovables, como petróleo, carbón y gas natural; aproximadamente 81.7% de la energía global se satisface a partir de estas fuentes (Martínez-Guido y col., 2019). Sin embargo, los recursos no renovables serán cada vez más escasos, y debido a su localización sus procesos de extracción serán cada vez más costosos. Por otro lado, la quema de estos combustibles genera altas cantidades de emisiones al ambiente (NO, NO₂, SO₂ y CO₂) (Martínez-Guido y col., 2019), las cuales ponen en riesgo la salud humana y comprometen el futuro de todas las generaciones. La Organización Mundial de la Salud estima que cerca de siete millones de personas mueren cada año por la exposición a aire contaminado, cuyo principal contribuyente es la quema de combustibles fósiles (WHO, 2018); en especial, las partículas finas penetran profundamente en los pulmones y el sistema cardiovascular, provocando accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cáncer de pulmón, neumopatías obstructivas crónicas, e infecciones respiratorias (WHO, 2018). De manera particular en el estado de Querétaro, de acuerdo al Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire (2020) el material particulado presente en el aire tiene diámetros menores o iguales a 2.5 y 10 micrómetros (PM_{2.5} y PM₁₀, respectivamente). Por ello, se han buscado nuevas alternativas tecnológicas para la producción de energía a partir de recursos renovables, siendo la biomasa uno de los más atractivos. La biomasa es todo el material de origen biológico que se genera en el ciclo corto de carbono excluyendo al que, incrustado en formaciones geológicas, es transformado

en fósiles (FAO, 2019). Históricamente, la biomasa ha sido empleada como combustible, mediante su quema directa para la obtención de energía calorífica. Una de las ventajas más importantes de la biomasa es que su uso como combustible es neutral en carbono; es decir, el carbono liberado en la combustión es el mismo que se absorbe en el crecimiento de la biomasa (Gupta y Gaur, 2019). Por otra parte, su uso directo como combustible tiene desventajas, como los elevados costos de transporte y baja eficiencia en la combustión debido a su baja densidad y estado físico no homogéneo. Sin embargo, la biomasa se puede convertir, mediante diversos procesos, en biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos; esta conversión permite eliminar las desventajas anteriormente mencionadas.

Los biocombustibles líquidos incluyen el diésel verde y la bioturbosina, mientras que el biogás y el syngas son biocombustibles gaseosos; los biocombustibles sólidos comprenden los pellets combustibles y las briquetas (Guo y col., 2015). Los procesos de producción de biocombustibles son bioquímicos, termoquímicos y mecánicos. Dentro de los diferentes tipos de biomasa, los residuos de actividades forestales, agrícolas e industriales resultan muy atractivos, puesto que al ser un desecho su costo es bajo, o incluso nulo, y se generan en grandes cantidades. En su mayoría, este tipo de residuos son materiales lignocelulósicos, y algunos pueden contener lípidos, azúcares o almidones; no obstante, sin importar su composición dichos residuos pueden convertirse en biocombustibles. Así, la revalorización de este tipo de residuos permite generar nuevas alternativas energéticas de baja huella de carbono, mitigar el impacto que los residuos causan al medio ambiente, y beneficiar a la sociedad debido a la creación de nuevas fuentes de empleo.

En particular, los biocombustibles sólidos han capturado la atención de la comunidad científica debido a que pueden ser empleados para generar energía eléctrica y/o calorífica, o inclusive otros biocombustibles. Dentro de los biocombustibles sólidos, los pellets combustibles son los más populares, debido a su fácil manejo, y a que fluyen fácilmente para el transporte masivo y el embalaje debido a sus dimensiones (Hay, 2015). Los pellets combustibles son pequeños cilindros de biomasa comprimida. Figura 1. Los pellets combustibles tienen una mayor densidad que la biomasa en su estado original; gracias a ello es más fácil

y económico tanto su manejo como su almacenamiento y transporte, en comparación con la biomasa en su estado original.



Figura 1. Pellets combustibles de madera.

Los pellets combustibles tienen una amplia variedad de aplicaciones, desde estufas residenciales hasta plantas de energía a gran escala. Los pellets combustibles que cumplen con los estándares de calidad se pueden adoptar fácilmente en cualquier dispositivo de conversión de biomasa, tales como calderas residenciales, estufas residenciales, gasificadores, y calderas industriales [Pradhan y col., 2018].

Por lo anteriormente expuesto, los pellets combustibles se han convertido en una alternativa renovable y de bajo costo para la generación de energía. Por ello, en el presente artículo se presentará información sobre los pellets combustibles, su proceso de producción, las distintas biomásas que pueden usarse para producirlos, así como su potencial para producir energía mediante la revalorización de residuos agrícolas del estado de Querétaro.

2. Pellets combustibles

Según la norma internacional ISO 17225, los pellets combustibles son biocombustibles densificados hechos de biomasa triturada o molida con o sin aditivos y unida como cilindros, generalmente de diámetro < 25 mm, longitud aleatoria y típicamente de 3.15 mm a 40 mm con extremos rotos, obtenidos por compresión mecánica (ISO, 2014). Los pellets combustibles se pueden producir a partir de madera, residuos leñosos y residuos no leñosos.

En particular, la biomasa residual ha sido de gran interés para la producción de pellets combustibles, dado que permite resolver un problema de contaminación al mismo tiempo que se genera una solución energética.

La biomasa residual se genera como resultado de las actividades tanto domésticas como productivas, y abarca residuos agrícolas, agroindustriales, forestales, animales y orgánicos urbanos, como está ejemplificado en la Figura 2.



Figura 2. Fuentes de biomasa residual.

En México, se cultivan una gran cantidad de productos que incluyen frutas, verduras, tubérculos y vainas, semillas, raíces y hojas; algunos productos son comercializados en fresco y otros son transformados en harinas, aceites, néctares, jugos, vinos, mermeladas, ensaladas, concentrados en polvo, entre otros. Durante su procesamiento hay una considerable generación de residuos, desde la cosecha misma, incluyendo los centros de concentración y distribución, y finalizando en la industrialización, comercialización y consumo. Así, en la cosecha de cultivos se generan como residuos primarios hojas y tallos del maíz, tallos y vaina de sorgo, puntas y hojas de caña de azúcar, paja de trigo, paja de cebada y de frijol, así como cáscara de algodón. De la post-cosecha se generan residuos secundarios obtenidos del procesamiento entre los que están el bagazo de caña de azúcar, mazorcas y olotes, bagazo de maguey o agave,

así como pulpa de café; en la elaboración de productos como néctares, zumos y mermeladas únicamente se utiliza la pulpa y se desecha aproximadamente el 50 % del fruto [Piña-Guzmán y col., 2017]. Por otra parte, también existe un enorme potencial para la creación de industrias bioenergéticas a partir de residuos de biomasa forestal, ya que la industria forestal es una actividad de relevancia económica en el país. Una parte significativa de la biomasa forestal (ramas y puntas de los árboles) por lo general no se recupera, ya que no se puede convertir fácilmente en productos utilizables como la madera aserrada; usualmente estos residuos son triturados y esparcidos en los terrenos, sin ningún uso adicional. Tan sólo en la región de Pueblo Nuevo, Durango se determinó que la cantidad de residuos recuperables asciende a casi 31 ton de biomasa por año [Villala-Súarez y col., 2018]. Las biomásas mencionadas anteriormente pueden emplearse para la producción de pellets combustibles, mediante el proceso que se describe en la siguiente sección.

3. Proceso de producción de pellets

La producción de pellets combustibles consiste básicamente en cuatro etapas: secado, molienda, densificación (peletización) y enfriamiento, Figura 3.

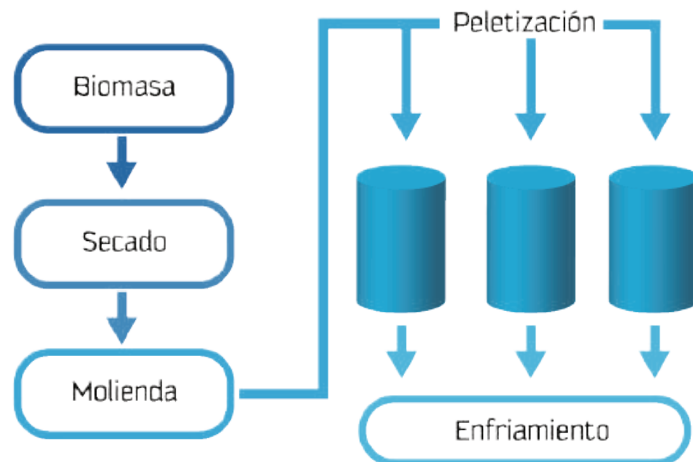


Figura 3. Diagrama de producción de pellets. Adaptado de Uslu y col. [2008].

Como primera etapa, en el secado se busca que la biomasa tenga un contenido de humedad óptimo para generar pellets con un contenido de energía lo más cercano posible al de pellets de madera (16.5 GJ/ton), que se considera el valor de referencia [Whittaker and Shield, 2016]; el contenido

óptimo de humedad usualmente se encuentra en el rango de 5-28%. Una vez que el contenido de humedad es el apropiado se procede a la molienda de la biomasa, cuyo objetivo es tener el tamaño de partícula adecuado para la peletización; si el tamaño es muy grande no se logra una buena densificación, y si es muy pequeño el consumo de energía se incrementa de manera significativa. Por ello, los valores óptimos de humedad y tamaño de partícula deben determinarse para cada biomasa, ya que su composición y textura varía de forma considerable [Pradhan y col., 2018]. Una vez que la biomasa está seca y molida se puede densificar mediante una peletizadora, la cual consiste básicamente en una serie de rodillos que comprimen la materia prima a través de una matriz de acero perforada. Al pasar la biomasa a través de los canales de prensa cilíndricos de la matriz perforada se produce sobrecalentamiento, debido a la fricción entre el material de biomasa y las paredes de la peletizadora. Gracias a la presión ejercida por los rodillos y al calentamiento por fricción se obtienen cilindros de biomasa comprimida (pellets). La importancia del enfriado radica en que los pellets producidos se endurecen al enfriarse, lo que mejora la resistencia y la densidad de los pellets [Mostafa y col., 2019].

El tipo, composición química, contenido de humedad y tamaño de partícula de la biomasa tienen un efecto sobre la calidad de los pellets producidos así como en sus emisiones. Los componentes de unión natural como hemicelulosas, celulosa, lignina, almidón, proteínas y carbohidratos solubles en agua que se encuentran en la biomasa juegan un papel importante, con respecto a las propiedades físicas de los pellets producidos [Mostafa y col., 2019]. Estos aglutinantes naturales son la causa principal de los puentes sólidos que crean enlaces entre partículas. El contenido de humedad de la biomasa también es importante, debido a que actúa como lubricante y aumenta el área de contacto de las partículas; así, el agua es un aglutinante tipo película con enlaces de hidrógeno. Adicionalmente la desnaturalización de las proteínas, la gelatinización del almidón, el ablandamiento térmico de la biomasa y la recristalización de los carbohidratos cambian al aumentar la temperatura en presencia de agua [Mostafa y col., 2019]. Durante la densificación, los enlaces de hidrógeno y las fuerzas de van der Waals son las fuerzas de atracción intermoleculares más comunes; estas fuerzas disminuyen su valor al aumentar el tamaño de partícula [Mostafa y col., 2019]. Cabe mencionar que debido al manejo mecánico de los pellets durante la

producción, el transporte y el almacenamiento se forma un polvo fino, que genera riesgos de incendio. Estos polvos finos también afectan negativamente el proceso del sistema de alimentación automática, y la alta temperatura resultante de su rápida combustión propicia la fusión de las cenizas (Oberberger y Thek, 2010).

Debido a lo anteriormente expuesto, se han propuesto estándares que proporcionan valores claros y específicos de diferentes parámetros que se deben seguir, para así obtener pellets de alta calidad. El Comité Europeo de Normalización (CEN) desarrolló estándares para biocombustibles sólidos. Por ejemplo, la norma europea EN 14961-1 para uso general que incluye pellets de diferentes materias primas de biomasa (EN, 2010), EN 14961-2 para pellets de madera para uso no industrial (EN, 2012a) y EN 14961-6 para pellets no leñosos para uso no industrial (EN, 2012b). Por otra parte, la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) tiene la norma ISO 17225-1 para requisitos generales (ISO, 2014b), ISO 17225-2 para pellets de madera clasificados para uso industrial y no industrial (ISO, 2014c) y ISO 17225-6 para pellets no leñosos (ISO, 2014d). La serie ISO 17225 ha reemplazado a EN 14961 para convertirse en el estándar nacional en Europa. La norma ISO 17225 establece los parámetros que los pellets combustibles deben de cumplir en función del tipo de biomasa de la cual proceden, así como el uso de los biocombustibles. La norma ISO 17225-6 se enfoca en pellets combustibles elaborados a partir de biomásas no leñosas, las cuales incluyen biomasa herbácea, frutal, acuática, así como mezclas de biomásas (ISO, 2014d). Para este tipo de pellets, las especificaciones más importantes se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones de pellets combustibles elaborados a partir de biomasa herbácea, frutal, acuática, así como de mezclas de biomásas (ISO, 2014d).

Propiedad	Valor
Longitud	Mayor a 3.15 mm Menor a 40 mm
Humedad	Menor a 15%
Cenizas	Menor al 10%
Durabilidad mecánica	Mayor o igual a 96%
Finos	Menor al 3%
Densidad	Mayor o igual a 600 kg/m ³
Contenido de nitrógeno	Menor a 2% (peso en base seca)
Valor calorífico neto	14.56 MJ/kg

Las especificaciones que se presentan en la Tabla 1 aplican para los tipos de biomasa ahí indicados. No obstante, los parámetros cambian ligeramente si las biomásas son pajas de cereal, miscanto, y césped caña canaria, o bien son biomásas leñosas. Las variaciones en los parámetros obedecen a la naturaleza química de las biomásas empleadas como materias primas.

Los pellets combustibles deben cumplir alguno de los estándares anteriormente mencionados para poder comercializarse. El cumplimiento de dichos estándares garantiza que son un producto de calidad en términos del poder energético, durabilidad y emisiones liberadas durante su combustión. Otro aspecto importante es que garantiza que los pellets combustibles no dañarán los equipos en los cuales se empleen; esto permite promover su uso en diversas aplicaciones, algunas de las cuales se describen en la siguiente sección.

4. Aplicaciones de los pellets combustibles

Los pellets se usan en una amplia variedad de dispositivos, desde hornos de pequeña escala con capacidades nominales de hasta 100 kWh, hornos de mediana escala con 100 a 1,000 kWh, hasta hornos de gran escala con capacidades nominales de más de 1,000 kWh (Oberberger y Thek, 2010). Los sistemas a pequeña escala incluyen hornos con una capacidad nominal de caldera de hasta 100 kWh. El mercado de estos sistemas de calentamiento de pellets está experimentando un crecimiento continuo en muchos países; por ejemplo, en Austria la producción de pellets se incrementó 278 veces en el período 1995-2009, mientras que en Alemania y Suecia las nuevas instalaciones han aumentado 14%-200% (1999-2010) y 2.1%-68% (1995-2010), respectivamente (Oberberger y Thek, 2010). Los sistemas a pequeña escala se usan en el sector de la calefacción residencial, como estufas individuales o sistemas de calefacción central, así como en microrejillas y sistemas industriales más pequeños. Por otra parte, los hornos con una capacidad nominal de caldera que varía de 100 a 1,000 kWh se designan de mediana escala. En general, tales hornos son sistemas de calefacción urbana de biomasa de tamaño mediano, con aplicaciones comerciales o industriales, así como sistemas de cogeneración de biomasa, en los cuales se obtiene simultáneamente energía eléctrica y térmica. Finalmente, los hornos a gran escala

tienen capacidades nominales de caldera de más de 1 MWth. Tales hornos se pueden encontrar, por ejemplo, en la industria de procesamiento de madera, en plantas de calefacción de distrito o en plantas de cogeneración. La utilización de pellets es posible en todo tipo de sistemas de cogeneración de biomasa, y destacan las turbinas de vapor así como el proceso del ciclo Rankine [Obernberger y Thek, 2010].

A nivel comercial, en 2011 la producción y el consumo de pellets alcanzaron el equilibrio después de que muchas plantas de energía eléctrica hicieron una transición total a la biomasa como combustible principal [Hernández y col., 2017]. Este fue el caso de la central eléctrica de Tilbury en el Reino Unido, con una capacidad instalada cercana a 1.131 MW de potencia mediante el uso de pellets de biomasa al 100%; de igual manera, la planta Drax, también en el Reino Unido, promovió la construcción de una planta de 300 MW que utiliza 100% de pellets de biomasa [Hernández y col., 2017]. En 2013, la producción mundial fue liderada por la Unión Europea y el Reino Unido con 12.2 millones de ton, alcanzando cerca del 50% del total producido, seguido por los Estados Unidos y Canadá con el 31%, China y Rusia con el 9% y 7%, respectivamente, y el resto del mundo con 4%, para un total de 24.5 millones de ton [Hernández y col., 2017]. En comparación con la producción, el consumo fue de 23.2 millones de ton, de las cuales 18.3 millones se destinaron a Europa y el Reino Unido; lo anterior representa aproximadamente el 80% del consumo mundial de pellets, seguido de 2.7 millones de ton en los Estados Unidos y Canadá, 1 y 0.9 millones de ton en Rusia y Asia, respectivamente, y el resto del mundo con un consumo total de 0.3 millones de ton [Hernández y col., 2017]. Para 2014, Suecia, Alemania y Letonia fueron los principales países productores de pellets de biomasa en Europa; estos tres países producen alrededor del 40% del total europeo [Hernández y col., 2017]. En México pocos son los esfuerzos

que se han realizado referente de la comercialización de los pellets combustibles, liderados principalmente por el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad y la Universidad Autónoma de Querétaro; no obstante, el potencial energético de los residuos en el país es significativo [Tauro y col., 2018] y podría detonar su revalorización mediante la implementación de la cadena de suministro de pellets combustibles [Martínez-Guido y col., 2019].

5. Estimación del potencial de producción de pellets en el estado de Querétaro

En México es posible reemplazar completamente la demanda de gas natural y el 73% de la demanda de gas LP usado en calefacción residencial y comercial mediante el uso de pellets combustibles; esta sustitución implicaría mitigar hasta el 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de electricidad en México [Tauro y col., 2018]. De manera particular, el estado de Querétaro destaca como una de las entidades líderes en el país en términos de productividad y competitividad, por lo que su consumo de energía es significativo. Al mismo tiempo, el gobierno ha impulsado iniciativas para la generación de energía a partir de fuentes renovables, principalmente tecnologías solares. No obstante, el estado cuenta con una cantidad considerable de residuos agrícolas que pueden emplearse para producir bioenergía. Por ello, a continuación, se presenta el estimado de satisfacción del consumo de energía eléctrica del estado, con base en el uso de pellets combustibles elaborados a partir de dichos residuos.

En 2018 el estado de Querétaro tuvo una producción agrícola de 2, 095, 276 ton de alimentos [SIAP, 2018] de diferentes cultivos enlistados en la Tabla 2.

Tabla 2. Producción agrícola del estado de Querétaro en 2018, con estimaciones de producción de residuos y energía.

Cultivo	Producción (ton)	Cantidad estimada de residuos (ton)	Contenido energético estimado (MJ)
Aguacate	419.50	0.00	0.00
Ajo	878.72	96.66	1,339,213.22
Alcachofa	79.75	8.77	121,542.99
Alfalfa verde	553,441.68	60,878.58	843,472,792.40
Apio	6,200.00	682.00	9,449,110.00
Arvejón	4.80	0.53	7,315.44

Avena forrajera	127,161.96	13,987.82	193,801,185.14
Brócoli	10,054.37	1,105.98	15,323,362.60
Cacahuete	6.80	0.00	0.00
Café cereza	25.47	0.00	0.00
Calabacita	645.20	70.97	983,317.06
Camote	10.40	1.14	15,850.12
Cebada grano	28,749.10	24,436.74	371,047,384.24
Cebolla	11,761.50	1,293.77	17,925,114.08
Chía	76.80	65.28	991,211.52
Chile seco	215.10	23.66	327,823.16
Chile verde	36,282.41	3,991.07	55,296,206.96
Coliflor	3,974.04	437.14	6,056,635.66
Durazno	53.00	0.00	0.00
Elote	2,822.14	310.44	4,301,082.47
Espárrago	6,592.19	725.14	10,046,827.17
Espinaca	925.20	101.77	1,410,051.06
Frijol	4,678.65	3,976.85	60,384,528.36
Garbanzo forrajero	87.90	9.67	133,964.00
Garbanzo grano	5.30	4.51	68,403.92
Granada	11.20	0.00	0.00
Guayaba	303.00	0.00	0.00
Hongos setas y champiñones	3,470.00	381.70	5,288,453.50
Jícama	2,008.08	220.89	3,060,414.32
Lechuga	26,548.82	2,920.37	40,461,729.12
Limón	27.60	0.00	0.00
Maíz forrajero	752,423.10	82,766.54	1,146,730,425.56
Maíz grano	256,752.06	218,239.25	3,313,744,787.18
Mango	480.70	0.00	0.00
Manzana	659.66	0.00	0.00
Naranja	2,502.60	0.00	0.00
Nopalitos	1,445.40	173.45	2,180,241.36
Nuez	235.00	0.00	0.00
Pastos y praderas	18,681.42	2,054.96	28,471,418.15
Pepino	4,131.92	454.51	6,297,252.68
Pera	40.80	0.00	0.00
Sorgo forrajero	4,293.30	472.26	6,543,203.87
Sorgo grano	4,987.50	4,239.38	64,370,670.00
Jitomate	105,499.65	11,604.96	160,786,741.58
Tomate verde	17,862.30	1,964.85	27,223,038.32
Trigo grano	150.00	127.50	1,935,960.00
Triticale forrajero	73,365.00	8,070.15	111,811,928.25
Tuna	599.80	71.98	904,738.32
Uva	2,090.39	229.94	3,185,858.88
Zanahoria	21,555.50	2,371.11	32,851,659.78
Total	2,095,276.78	448,572.27	6,548,351,442.41

Considerando la producción agrícola generada se pueden estimar tanto la cantidad de residuos generados como su potencial energético, mediante los coeficientes reportados por el Atlas Nacional de Biomasa (ANBIO). En dicho Atlas se reportan los coeficientes para estimar los residuos a partir de la producción; por ejemplo, para granos y oleaginosas de 0.88, para hortalizas y tubérculos de 0.11, para frutales de 0, para nopales y tuna de 0.12 (ANBIO, 2018). Utilizando estos porcentajes se estimaron las toneladas de residuos agrícolas de cada cultivo, como se muestra en la columna de cantidad de residuos de la Tabla 2; entonces, en 2018 se estima que en el Estado se generaron en 448, 572 ton de residuos. Con base en los residuos estimados se emplean los coeficientes de poder calorífico inferior para calcular su potencial energético; así se consideran para granos y oleaginosas un coeficiente de 15.18 MJ/kg, para hortalizas y tubérculos de 13.88 MJ/kg, para nopales y tuna de 12.57 MJ/kg (ANBIO, 2018). Los resultados se pueden observar en la columna de contenido energético de la Tabla 2. Por lo que, si se hubiera convertido toda esta biomasa residual en pellets combustibles, éstos podrían aportar 6.54 PJ, equivalentes a 1,818.75 GWh; dicha cifra no considera pérdidas en el proceso de conversión. Como referencia, el estado de Querétaro consume 5,459 GWh (SIA, 2018), por lo tanto, en 2018 se pudo haber generado a partir de residuos agrícolas el 33% de la electricidad necesaria en el estado.

Respecto de la competitividad de los pellets combustibles hay pocos estudios a nivel mundial, y en México sólo hay uno (Tauro y cols., 2018). De acuerdo con Tauro y cols. (2018), los pellets de aserrín (7.2 USD/GJ) podrían ser competitivos con el gas natural (9.3 USD/GJ) en aplicaciones residenciales considerando una distancia de transporte no mayor a 720 km, y con gas LPG (16.2 USD/GJ) en distancias hasta de 2000 km. No obstante, estos pellets no son competitivos en los sectores comercial e industrial, ya que sus precios son mayores a los del carbón. Por ello, se recomienda la producción y uso de pellets combustibles por regiones, es decir como una solución local, dado que el costo de transporte y recolección pueden volver inviable la conversión tanto financiera como ambientalmente. Asimismo, debe mejorarse el proceso de producción de pellets combustibles para que los costos de producción sean menores, y así lograr que

estos biocombustibles sólidos sean competitivos también en aplicaciones comerciales e industriales. Adicionalmente de la producción de electricidad, los pellets también pueden usarse en el estado para la generación de energía térmica en aplicaciones como calentamiento residencial, uso industrial en calderas, hornos y estufas de pellets, calentamiento de invernaderos, etc.

Conclusiones

El crecimiento poblacional ha originado un incremento en el consumo de energía, la cual en su mayoría se genera a partir de fuentes no renovables; el uso excesivo de estas fuentes ha causado problemas de contaminación ambiental y afectaciones a la salud humana. Por ello, es preciso buscar soluciones para satisfacer las necesidades energéticas con fuentes renovables y de menor impacto ambiental, que además sean competitivas económicamente. En este contexto, el uso de pellets combustibles, producidos a partir de biomasa residual, ofrece ventajas ambientales, como la disminución de las emisiones de CO₂ respecto a los combustibles fósiles, y socioeconómicas, como la diversificación energética y nuevas oportunidades para el sector agroindustrial. De manera particular, en el estado de Querétaro se pueden satisfacer parcialmente las necesidades energéticas, y al mismo tiempo resolver el problema de contaminación asociado con la generación de dichos residuos. La revalorización de dichos residuos también permitirá la creación de una nueva cadena de valor, que beneficie al sector agrícola.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de manutención de Cinthia Alejandra Silva Hernández para la realización de sus estudios de posgrado.

Referencias bibliográficas

ANBIO Atlas Nacional de Biomasa (2018). Coeficientes consultados en <https://dgel.energia.gob.mx/ANBIO/mapa.html?lang=es#tab-forestales>
CEMCAQ Centro de Monitoreo de la Calidad del Aire del

- Estado de Querétaro (2020). Calidad del aire – Índice de aire y salud. <http://www.cemcaq.mx/reportes/calidad-del-aire-actual>
- EN Norma Europea (2010). 14961-1 Biocombustibles Sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 1: Requisitos Generales
- EN Norma Europea (2012a). 14961-2 Biocombustibles Sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 2: Pellets de madera para uso no industrial.
- EN Norma Europea (2012b). 14961-6 Biocombustibles Sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 6: Pellets no leñosos para uso no industrial.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Consultado en <http://www.fao.org/energy/bioenergy/en/>
- García, C. A., Riegelhaupt, E., Ghilardi, A., Skutsch, M., Islas, J., Manzini, F., & Masera, O. (2015). Sustainable bioenergy options for Mexico: GHG mitigation and costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 545-552.
- Guo, M., Song, W., & Buhain, J. (2015). Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 712-725.
- Gupta, D., Gaur, S.K. (2019). 19 - Carbon and biofuel footprinting of global production of biofuels, Editores: Deepak Verma, Elena Fortunati, Siddharth Jain, Xiaolei Zhang, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, Biomass, Biopolymer-Based Materials, and Bioenergy, *Woodhead Publishing*, 449-481.
- Hay, F.J. (2015). Chapter 37 - Entrepreneurial Opportunities in Bioenergy, Editores: Anju Dahiya, Bioenergy, Academic Press, 565-577.
- Hernandez Solorzano, L. C., Forero Nuñez, C. A., & Sierra, F. E. (2017). Biomass densification: A review of the market and recent R&D trends. *TECCIENCIA*, 12(23), 81-92. doi:10.18180/tecciencia.2017.23.10
- IEA International Energy Agency. (2019a). Energy efficiency indicators 2019. Consultado en <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD&energy=Balances&year=2019>
- IEA International Energy Agency. (2019b). World Energy Outlook 2019. Consultado en <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- IEA International Energy Agency. (2019c). Share of global electricity demand growth to 2050. Consultado en <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/share-of-global-electricity-demand-growth-to-2050>
- ISO International Organization for Standardization. (2014a). 17225 Solid biofuels. Fuel specifications and classes
- ISO International Organization for Standardization. (2014b). 17225-1 Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Part 1: General requirements
- ISO International Organization for Standardization. (2014c). 17225-2 Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Part 2: Graded wood pellets
- ISO International Organization for Standardization. (2014d). 17225-6 Solid biofuels. Fuel specifications and classes. Part 6: Graded non-woody pellets
- Martínez-Guido, S., Ríos-Badrán, I., Gutiérrez-Antonio, C., & Ponce-Ortega, J. (2019). Strategic planning for the use of waste biomass pellets in Mexican power plants. *Renewable Energy*, 130, 622-632
- Mostafa, M., Hu, S., Wang, Y., Su, S., Hu, X., Elsayed, S., & Xiang, J. (2019). The significance of pelletization operating conditions: An analysis of physical and mechanical characteristics as well as energy consumption of biomass pellets. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 105, 332-348. doi: 10.1016/j.rser.2019.01.053
- Obernberger, Ingwald & Thek, Gerold. (2010). The Pellet Handbook. The Production and Thermal Utilization of Pellets.
- Piña-Guzmán, A., Nieto-Monteros, D., & Robles-Martínez F. (2017). Utilización de residuos agrícolas y agroindustriales en el cultivo y producción del hongo comestible seta (*Pleurotus* spp.). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32, 141-151.
- Pradhan, P., Mahajani, S. M., & Arora, A. (2018). Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology*, 181, 215-232.
- SIA Sistema de Información energética. Consumo consultado en http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&cvequa=DIIE_C32_ESP
- SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Estadística de la producción agrícola en 2018. Datos abiertos consultados en: <http://infosiap.siap.gob>

mx/gobmx/datosAbiertos.php

- Tauro, R., García, C. A., Skutsch, M., & Masera, O. (2018). The potential for sustainable biomass pellets in Mexico: An analysis of energy potential, logistic costs and market demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 380-389
- Uicab-Brito, L. & Sandoval-Castro, Carlos. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2. 45-63.
- Uslu, A., Faaij, A., & Bergman, P. (2008). Pre-treatment technologies, and their effect on international bioenergy supply chain logistics. Techno-economic evaluation of torrefaction, fast pyrolysis and pelletisation. *Energy*, 33(8), 1206-1223.

- Villela-Suárez, Juan Martín, Aguirre-Calderón, Oscar Alberto, Treviño-Garza, Eduardo Javier, & Vargas-Larreta, Benedicto. (2018). Disponibilidad de residuos forestales y su potencial para la generación de energía en los bosques templados de El Salto, Durango. *Madera y bosques*, 24(3), e2431529
- WHO World Health Organization. (2018). How air pollution is destroying our health. Consultado en <https://www.who.int/airpollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health>
- Whittaker, C., Shield, I. (2016). 10 - Short rotation woody energy crop supply chains, Editores: Jens Bo Holm-Nielsen, Ehiaze Augustine Ehimen, Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining, Woodhead Publishing, 217-248.





RESIDUOS DE INFLORESCENCIAS COMO ALTERNATIVA NATURAL ANTIMICROBIANA

INFLORESCENCE RESIDUES AS A NATURAL ANTIMICROBIAL ALTERNATIVE

Pineda-Nieto Silvia Araceli ¹, Vázquez-Hernández Ma. Cristina^{1,2*}, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana ³, García-Trejo Juan Fernando ⁴, Aguirre-Becerra Humberto ¹, Feregrino-Pérez Ana Angelica ^{4*}

¹ Estudiante del Posgrado en Ingeniería de Biosistemas. Campus Amazcala. Facultad de Ingeniería. UAQ. Carr. Chichimequillas s/n Km. 1, El Marqués, Qro. México

² Profesor-del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto-Jerécuaro, Km 11.

³ Facultad de Química. UAQ. Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas. Querétaro, México

⁴ Cuerpo Académico de Bioingeniería Básica y Aplicada. Facultad de Ingeniería. UAQ, Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas. Querétaro, México

Resumen

Existen procesos que permiten el uso de residuos forestales o de jardinería, para la obtención de compuestos con actividad antimicrobiana. Esto impacta positivamente en el desarrollo de alternativas naturales contra la resistencia antimicrobiana y permite la revalorización de estos residuos con su reincorporación en la cadena de producción y generación de productos de valor agregado. En este trabajo, se obtuvo el extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*, donde se evaluaron los compuestos fenólicos totales y la actividad antimicrobiana sobre *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* y *Clavibacter* spp, utilizando la técnica de Kirby Bauer. Los extractos de estas inflorescencias podrían representar una alternativa natural para la generación de productos bactericidas.

Palabras clave: *Actividad Biológica, Compuestos Fenólicos, Jacaranda mimosifolia, Residuos, Valor Agregado.*

Abstract

*There are processes that allow the use of forest or garden waste, to obtain compounds with antimicrobial activity. This positively impacts the development of natural alternatives against microbial resistance and allows the revaluation of these residues with their reincorporation into the production chain and generation of added-value products. In this work, the methanolic extract of inflorescences from *Jacaranda mimosifolia* was obtained, where total phenolic compounds and antimicrobial activity in *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* and *Clavibacter* spp were evaluated using the Kirby Bauer technique. The extracts of these inflorescences could represent a natural alternative for the generation of bactericidal products.*

Keywords: *Added-value products, Biological activity, Jacaranda mimosifolia, Phenolic compounds, Waste.*

1. Introducción

El alto impacto ambiental que se vive en México, resultado del modelo de economía lineal, según el cual, los bienes son producidos a partir de materias primas, vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos y que nos ha regido por más de un siglo (Fundación Ellen MacArthur, McKinsey & Compañía, 2014), ha impulsado a que en años recientes se busquen estrategias para disminuir el impacto ecológico negativo, encaminando a la sociedad a lo que se denomina la economía circular. La economía circular trata de que los productos, componentes y materias primas mantengan su utilidad y valor máximo en todo momento (Balbao & Dominguez Somonte, 2014; Sanchez Cortez, 2016). En este sentido y ante el abuso de antibióticos en diversos sectores como la agricultura, la acuicultura, la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética entre otros, que han generado no solo resistencia a los antimicrobianos, sino también condiciones que favorecen la transferencia de genes resistentes por la baja o nula biodegradabilidad de los mismos (Alós, 2015), se tiene una creciente necesidad en la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a contrarrestar este efecto negativo. Estudios plantean el uso de residuos de plantas y productos vegetales que pueden representar una fuente de alternativas naturales para prevenir el crecimiento de bacterias y hongos (Sharifi-Rad y col. 2017).

De acuerdo a los datos reportados por SEMARNAT (2017), en México generamos más de 42 millones de toneladas de residuos sólidos al año. La generación de residuos sólidos urbanos se estima en una composición aproximada de 53% de materia orgánica; 28% de residuos potencialmente reciclables y 19% de residuos inutilizables. En la mayoría de los casos, los desechos orgánicos no tienen un manejo adecuado, ya que se desconoce la actividad biológica que podría ocurrir. Sin embargo, estos desechos tienen varios usos potenciales, como la recuperación para la fertilización orgánica de los suelos o como fuente de compuestos con actividad biológica. En Querétaro, se generan diariamente 1, 788, 602 toneladas de residuos sólidos urbanos; de estos, entre el 13% y el 17% corresponden a residuos de poda y jardín. Dentro de estos desechos de jardín se encuentran las inflorescencias de la familia *Bignoniaceae*, que en

su período de floración aumenta considerablemente el porcentaje de desechos sólidos. Algunas especies de esta familia se han utilizado en medicina tradicional (Gachet y Schünly, 2009). *Jacaranda mimosifolia* pertenece a esta familia, es endémica de América del Sur y se distribuye en áreas subtropicales del mundo. La Jacaranda es un árbol de copa ancha que puede alcanzar hasta 15 metros de altura, con un tronco de 30 cm de diámetro, las inflorescencias están en panículas axilares o terminales de 25 a 35 cm de largo, las flores son de color azul-violeta irregular de 2.5 a 4 cm de largo tienen cinco lóbulos redondeados y desiguales (Pennington y col. 2004).

La floración de *Jacaranda mimosifolia*, ocurre entre los meses de marzo a junio, puede tener una segunda floración hacia los meses de septiembre octubre, pero es escasa (Hernández, 2007). Estudios químicos indican que *J. mimosifolia* contiene triterpenos, quinonas, flavonoides, ácidos grasos y dímeros fenil-etanoides (Moharram and Marzouk, 2007). Recientemente, se ha reportado la presencia de ácidos grasos en las flores de *Jacaranda* como el ácido oleico que puede actuar como un importante precursor en la síntesis de nanopartículas, creando sinergia en las actividades biológicas (Sharma *et al.*, 2016; Bachheti y col. 2020).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad biológica de las inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* como una alternativa sostenible en la utilización de residuos, permitiendo establecer bases para el aislamiento de ingredientes activos que ayudan a combatir los problemas causados por microorganismos de interés agrícola y alimentario.

2. Materiales y métodos

2.1. Material vegetal colectado

Se colectaron 2 Kg de residuos de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* en una zona que se encuentra localizada entre las coordenadas geográficas que van desde 20 ° 35 '33.7 "de longitud norte y 100 ° 24' 44.5" de longitud oeste. Las muestras se limpiaron de material extraño, se lavaron con agua purificada, se eliminó el exceso de agua con papel absorbente y posteriormente fueron congeladas con nitrógeno líquido, se mantuvieron en congelación a -80 °C hasta su uso.

2.2. Preparación del extracto.

La extracción se realizó según la metodología descrita por Cardador-Martínez y col. (2012) con algunas modificaciones. En un matraz Erlenmeyer de 100 mL, se colocó un gramo de muestra y se le adicionó 10 mL de metanol 96% (J.T. Baker). El matraz se protegió de la luz, se colocó en agitación constante (modelo LABNET S1000) a 40 rpm por 24 h a 25 °C posteriormente, las muestras se centrifugaron a 4000 g durante 10 min. El sobrenadante se concentró en un rotaevaporador a presión reducida y 43±2 °C, para eliminar los restos del solvente. La muestra fue almacenada en oscuridad a 40°C.

2.3. Determinación de compuestos bioactivos.

Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el método Folin-Ciocalteu (Dewanto *et al.* 2002) acoplado a microplaca. A 4 µL de extracto metanólico se le adicionaron 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (1N). Después de 5 min, se añadió una solución de Na₂CO₃ al 20% (1250 µL) para neutralizar, se agitó y dejó en reposo durante 2 h en oscuridad a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a 760 nm en un espectrofotómetro (MULTISKAN GO, Thermo Fisher Scientific, Finland). Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (GAE / g).

2.4. Microorganismos utilizados

Los microorganismos utilizados en este estudio fueron *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 y *Clavibacter* spp., donados por las Facultades de Química e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

2.5. Evaluación de la actividad antimicrobiana

Se realizó el método de difusión en disco utilizando la técnica modificada de Kirby Bauer. Se inocularon 100 µL de un cultivo que contenía 10⁹ cel/mL en tubos con 7 mL de agar Müller - Hinton para tener una concentración celular a evaluar de 10⁸, el medio fundido con el microorganismo se vertió en una caja Petri. Se impregnaron discos de papel de filtro estéril (5 mm de diámetro), con 25 µL del extracto metanólico (100 mg GAE/g,) se colocaron sobre el agar inoculado con los microorganismos de prueba. Se impregnó un disco con 25 µL de metanol 96% como control negativo y Gentamicina y/o Q-bacter como control

positivo. La actividad antimicrobiana se determinó después de 24 a 48 h de incubación a 37 °C. El diámetro de las zonas de inhibición se midió en mm.

2.6. Análisis estadístico.

Todas las determinaciones fueron analizadas por triplicado y se expresaron como la media estadística ± desviación estándar. Se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 6.0. Se utilizó un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, las diferencias de las medias se determinaron con la prueba Tuckey y Dunnet.

Resultados y discusión

Diversas plantas han mostrado actividad antimicrobiana, que se asocia con la presencia de compuestos bioactivos generados durante su metabolismo secundario entre los que encontramos los compuestos fenólicos (Siddiqui y col. 2016). Se sabe que diversos compuestos fenólicos poseen propiedades antimicrobianas (Dai y col. 2020), por lo que pueden cambiar la composición de la microbiota en cualquier entorno en el que estos compuestos se apliquen y/o se induzcan en un tipo y concentración adecuados. De hecho, la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos es bien conocida y está relacionada con su capacidad para desnaturalizar proteínas, modificar el pH extracelular e hidrofobicidad, siendo generalmente clasificado como agentes tensoactivos (Büsra Konuk y Ergüden, 2020). Por otro lado, existe una creciente demanda a nivel mundial de revalorizar los residuos generando alternativas de productos de valor agregado. En ese sentido las flores o inflorescencias son una alternativa sustentable, que además de los usos tradicionales como alimento, ornato u ofrenda pueden ser una fuente poco explorada de compuestos polifenólicos con propiedades antimicrobianas contra patógenos de interés alimenticio y agrícola.

Las inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* utilizadas en este trabajo presentan una gran cantidad de fenoles total expresado como GAE (Tabla 1). El contenido de fenoles totales fue superior al reportado para aceite de semillas (0.02793 mg GAE/ g de aceite de semilla) de la misma especie (Van Nieuwenhove y col. 2019). También reporta valores superiores a lo observado en Jambu (*Acmella olerarea*) (5.65± 0.44 y 0.58 ± 0.04 mg GAE/g

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica [pp.46-51]

base seca y húmeda, respectivamente) inflorescencia utilizada en la cocina y medicina local del Amazonas (Andrade Neves y col. 2018). De igual manera es superior a lo reportado en extractos etanólicos de diversas inflorescencias: 140 - 230 mg de flores de *Tagetes erecta* por técnica de sonicación y/o ultrasonificación (Kazibwe y col. 2017), 9.42 ± 0.15 mg de *Tagetes erecta* por técnica de maceración, 2.73 ± 0.0425 mg/g de *Antigonon leptopus*, 2.28 ± 0.109 mg/g de *Bougainvillea glabra*, 2.10 ± 0.0504 mg/g de *Cosmos sulphureus* expresados en GAE/g de flores liofilizadas (Kaisoon y col. 2012). Lo anterior indica que tanto la concentración como el tipo de fenoles puede variar de una especie a otra, lo cual puede influir sobre la eficiencia y susceptibilidad de la actividad biológica.

Tabla 1. Concentración de fenoles totales en inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

	<i>Fenoles totales</i> ¹
Inflorescencias	649.40 ± 10.45

¹ Concentración expresada en mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / g de muestra. Los resultados mostrados son el promedio de tres réplicas del experimento \pm Desviación Estándar.

El uso de antimicrobianos de origen natural puede ser efectivo para reducir la dependencia de los antibióticos, minimizar las posibilidades de resistencia a los antibióticos en los alimentos, así como ayudar a controlar la contaminación de patógenos en la agricultura (Voon y col. 2012). De acuerdo a la revisión realizada por Dai y col (2020), de 256 productos naturales reportados en el periodo de 2016-01/2020 se encontraron 19 compuestos fenólicos con actividad antibacteriana con concentración mínima inhibitoria inferiores a $10 \mu\text{g/mL}$ o $10 \mu\text{M}$.

En la Tabla 2, se muestran los resultados de actividad antimicrobiana del extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* (a una concentración de 100 mg/mL), contra bacterias de interés alimenticio y agrícola. Los resultados mostrados indican un mayor porcentaje de inhibición en *Escherichia coli*, seguido de *Salmonella typhimurium* y *Clavibacter spp* (85, 70 y 60% respectivamente) en comparación con el control positivo utilizado.

Tabla 2. Actividad antimicrobiana de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Clavibacter spp.*</i>
Inflorescencia	$22.66 \pm 1.52\text{b}$	$19.33 \pm 0.57\text{b}$	$33.0 \pm 0.72\text{b}^{**}$
Gentamicina	$26.66 \pm 1.13\text{b}$	$27.66 \pm 2.51\text{c}$	-
Q-bacter	-	-	$55.13 \pm 0.55\text{c}$
Metanol	0a	0a	0a

Gentamicina y la Q-bacter* control positivo. Metanol control negativo. Los resultados indican el promedio del halo de inhibición (mm) de tres réplicas y tres experimentos independientes. Diferentes letras por columna indican una diferencia significativa con prueba de Dunnet ($p < 0.05$). ** Indica diferencia significativa por renglón, con base en análisis estadístico por prueba de Tuckey ($p < 0.05$).

La capacidad del extracto de inflorescencias de *J. mimosifolia* y la inhibición del crecimiento de los microorganismos se evaluaron y compararon por medio de la prueba de susceptibilidad antimicrobiana en disco, en donde se utilizó gentamicina como control positivo para el caso de *E. coli* y *S. typhimurium* mientras que para *Clavibacter* utiliza Q-bacter, ambos controles tienen un efecto bactericida, su mecanismo de acción impide la transcripción y síntesis de proteínas. Se observa que las bacterias Gram negativas (*E. coli* y *S. typhimurium*) presentan halos de inhibición diferentes sin diferencia significativa (22.66 ± 1.52 y 19.33 ± 0.57 mm, respectivamente), mientras que la bacteria Gram positiva (*Clavibacter spp*) presenta un mayor halo de inhibición (33.0 ± 0.72 mm) y diferencia estadística con respecto a las otras bacterias evaluadas. Para la especie estudiada no se encontró información en la literatura consultada sobre su posible actividad antimicrobiana (SciELO, Redalyc, SpringerLink, Science Direct, BioMed Central, PubMed). Sin embargo, los resultados presentados en este trabajo sugieren que puede haber una selectividad de los compuestos presentes en el extracto de inflorescencias de *J. mimosifolia* sobre los microorganismos evaluados. La actividad antimicrobiana depende de varios factores, incluido el contenido de compuestos bioactivos encontrados en la muestra, el tipo de extracción y tipo de solvente (Siddiqui y col. 2016; Kazibwe y col. 2017). Por lo tanto, debemos considerar

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica (pp.46-51)

el tipo de compuestos presentes en el extracto, en este estudio, solo los compuestos fenólicos por el tipo de extracción realizada, lo que sugiere que existe una influencia de la estructura de estos compuestos en el potencial antimicrobiano. Se sugiere que el mecanismo de acción de los compuestos fenólicos incluye: interferencia con la síntesis de la pared celular, la inhibición de la síntesis de proteínas, la interferencia con la síntesis de ácidos nucleicos y la inhibición de vías metabólicas (Conner, 1993). Adicionalmente, Búsra Konuk y Ergüden (2020), hacen mención que la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos está directamente relacionada con el número de grupos hidroxilos que tiene el derivado fenólico, los lugares y el número de grupos hidroxilos (OH) en el anillo parece que están relacionados directamente con la toxicidad frente a los microorganismos, de forma que un aumento en la hidroxilación está ligado a una mayor toxicidad.

El uso de plantas o residuos de las mismas con el objetivo de obtener compuestos fenólicos, representa actualmente una alternativa creciente, las investigaciones desarrolladas en esta área, nos permitirá poder conocer las propiedades y posibles usos con fines agroindustriales de productos que no son aprovechados y se consideran desechos, reinsertándolos en la cadena productiva y generando un producto con valor agregado.

Conclusiones

El extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* mostró actividad antimicrobiana contra los microorganismos seleccionados. El extracto obtenido puede constituir una fuente de principios activos que permitan contribuir al descubrimiento de antimicrobianos de origen natural. El estudio permitió conocer algunos de los usos potenciales de los residuos de *Jacaranda* (proveniente de las inflorescencias), e incrementar las opciones de reincorporación de estos residuos a la cadena productiva como un producto de valor agregado.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Química la donación de cepas y el apoyo prestado para la realización de este trabajo. A.A.F.P. agradece a FOFI 2018 por la subvención otorgada.

Resumen curricular

Ana Angélica Feregrino Pérez., Doctor en Ciencias (Tecnología de los Alimentos)., Profesor-investigador Tiempo Completo., Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I., Perfil Prodep., Línea de Investigación Metabolitos Secundarios y Valor Agregado.

Referencias bibliográficas

- Alós JI (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 33(10), 692-699.
- Andrade Neves D. Emídio Cunha E.C., Teixeira Duarte M.C., Teixeira Duarte R.M., Braga Ribeiro A., Teixeira Godoy H. (2018). Effect of cooking process on the free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of *Acmella oleracea*. *Industrial Crops and Products*. On line.
- Bacchetti RK., Fikadu A., Bachheti A., Husen A. (2020). Biogenic fabrication of nanomaterials from flower-based chemical compounds, characterization and their various applications: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. In press, corrected proof Available online 11 May
- Balbao, CH., & Dominguez Somonte, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. Colombia: Informador técnico.
- Búsra Konuk H and Ergüden B. (2020). Phenolic -OH group is crucial for the antifungal activity of terpenoids via disruption of cell membrane integrity. *Folia Microbiologica*. Online. <https://doi.org/10.1007/s12223-020-00787-4>
- Cardador-Martínez, A., Castaño Tostado, Loarca Piña, G. (2002). Antimutagenic activity of natural phenolic compounds in the common bean (*Phaseolus Vulgaris*) against aflatoxinB1. *Food Additives and Contaminants*, 19(1):62-69.
- Conner, D.E. (1993). Naturally occurring compounds in "Antimicrobials in foods" 2ª. Edition. PM. Davidson and AL Branen. Marcel Dekker. New York. 263-305.
- Dai J., Han R., Xu Y., Li N., Wang J., Dan W. (2020). Recent progress of antibacterial natural products: future antibiotics candidates. *Bioorganic Chemistry*. In Press, Journal Pre-proof. Available online 20 May
- Dewanto V, Wu X, Adom K.K., Liu R.H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica (pp.46-51)

- tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Fundación Ellen MacArthur, McKinsery & Compañía. (2014) Hacia una economía circular. Cows, Reino Unido: Fundación Ellen MacArthur.
- Gachet SW; Schühly W. (2009). Jacaranda – an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(1), 14-27
- Hernández CR (2007). Evaluación de la estabilidad de una tintura comercial con propiedades Antimicrobianas, preparada a partir de flores de *Jacaranda mimosifolia*, hojas de *Psidium guajava*, hojas y flores de *Tagetes lucida* y corteza de *Simarouba glauca*, en solución alcohólica al 35%. *Informe final de tesis Universidad de San Carlos Guatemala*
- Kaisoon, O., Konczak, I., Siriamornpun, S. (2012). Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Research International*. 46: 563-571
- Kazibwe Z., Kim D.H., Chun S., Gopal J. (2017). Ultrasonication assisted ultrafast extraction of *Tagetes erecta* in wáter cannonadign antimicrobial, antioxidant componentes. *Journal of Molecular Liquids*. 229, 453-458
- Moharram, F.A., Marzouk, M.S.A. (2007). A novel phenylethanoid dimer and flavonoids from *Jacaranda mimosifolia*. *Zeitschrift für Naturforschung*, B 62, 1213-1220.
- Pennington, T.D., Reynel, C., Daza, A. (2004). *Illustrated Guide to the Trees of Peru*. DH Books, Sherborne, pp. 758-761.
- Sanchez Cortez, X. (2016). De la Sustentabilidad a la Economía Circular. o: BASF.
- SEMARNAT. (2017). Residuos solidos urbanos: la otra cara de la basura. Ciudad de México : Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Shara D., Sabela M., Kanchi S., Mdluli P.S., Bisetty K. (2016). Biosynthesis of ZnO nanoparticles using *Jacaranda mimosifolia* flowers extract: Synergistic antibacterial activity and molecular simulated facet specific adsorption studies. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 126, 199-2017
- Sharifi-Rad J, Salehi B, Varoni EM, Sharopov F, Yousaf Z, Ayatollahi SA, Kovarfard F, Sharifi-RadM, AfdjeiMH, Sharifi-RadM, IritiM. (2017). Plants of the Melaleuca genus as antimicrobial agents: from farm to pharmacy. *Phytother Res*, 31,1475-1494
- Siddiqui M.W., Sharangi A.B., Singh J.P., Thakur P.K., Ayala-Zavala J.F., Singh A., & Dhua R.S. (2016). Antimicrobial properties of Teas and their extracts in vitro. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 56(9), 1428-1439
- Van Nieuwenhove C.P., Mayona A., Castro-Gómez P., Fontecha J., Sáez G., Zárate G., Luna Pizarro P. (2019). Comparative study of pomegranate and jacaranda seeds as functional components for the conjugated linolenic acid enrichment of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*. 111, 401-407.
- Voon, H.C., Bhat, R., Gulam, R. (2012). Flower extracts and their essential oils as potential antimicrobial agents. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11, 34-55.





MINERÍA DE MERCURIO, EFECTOS DEL CONVENIO DE MINAMATA Y SU REPERCUSION EN EL INTERÉS SUPERIOR DEL MENOR

MERCURY MINING, EFFECTS OF THE MINAMATA CONVENTION AND ITS REPERCUSSION ON THE BEST INTEREST OF THE MINOR

Cigifredo Ayala-Perez ¹, Jorge Herrera-Solorio ², Bernardo Garcia-Camino ³, Hilda Romero-Zepeda ^{4*}

¹ Especialidad en Derecho Civil, Mercantil y Familiar, Facultad de Derecho, Universidad Autónoma de Querétaro.

² Docente de la Facultad de Derecho, Universidad Autónoma de Querétaro.

³ Docente investigador de tiempo completo nivel VII de la Facultad de Filosofía, Universidad Autónoma de Querétaro.

⁴ Docente investigadora, Facultades de Derecho e Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro.

*Autor de correspondencia: phd.hromero@gmail.com

Resumen

La minería de mercurio como extracción primaria propia de Peñamiller, Pinal de Amoles, Cadereyta, San Joaquín (Querétaro), ha sido detenida al ratificar el Convenio Internacional de Minamata, que aborda la necesidad de erradicar la extracción de mercurio ante la evidente afectación de la salud humana. El acuerdo permite un plazo determinado para dar cierre a la extracción primaria de mercurio, disminución y producción de manera artesanal y a su uso práctico en artículos comerciales, en su máxima extensión. Esta minería ha permitido la actividad productiva y laboral de al menos cinco generaciones de habitantes de la región, no obstante, existe afectación en suelo, agua, aire y salud de los diferentes grupos etarios, así como en organismos biológicos diversos. El cierre de esta minería exige la reconversión de la actividad minera a otras oportunidades productivas, laborales, afectando a trabajadores que ahora se encuentran desempleados. Existe extracción clandestina del metal, lo que hace partícipes a niñas, niños y hogares, extracción silenciosa de alto riesgo sanitario. Mientras organismos gubernamentales, no gubernamentales e instituciones de educación superior colaboramos en procesos de reconversión laboral, formación profesional en áreas alternativas, remediación de daños ecológicos y alimentarios, potabilización de agua y remediación del suelo, a través de financiamiento económico, para que a partir del Interés Superior del Menor y el derecho a un medio ambiente sano permitan justificar la inmediata atención interinstitucional en las poblaciones mineras de estos municipios, hoy en crisis, acentuada por el cierre de su única actividad laboral.

Palabras clave: *Convenio de Minamata, Interés Superior*

Abstract

Mining of mercury as Peñamiller's own primary extraction, Pinal de Amoles, Cadereyta, San Joaquín (Querétaro), has been stopped by ratifying the Minamata International Agreement, which addresses the need to eradicate mercury extraction due to the evident affectation in the Human health. The agreement allows a determined period to close the primary extraction of mercury, decrease and produce it in an artisanal way and its practical use in commercial articles to its maximum extent. This mining has allowed the productive and labor activity of at least five generations of inhabitants of the region, however, there is affectation in soil, water, air, and health of the different age groups, as well as in diverse biological organisms. The closure of this mining requires the reconversion of the mining activity to other productive and labor opportunities, affecting workers who are now unemployed. There is clandestine extraction of the metal, which makes girls, boys and homes participate, silent extraction of high sanitary risk. While governmental, non-governmental organisms and higher education institutions collaborate in processes of job retraining, professional training in alternative areas, remediation of ecological and food damage, water purification, soil remediation through economic financing, so that from the Superior Interest of the Minor and the right to a healthy environment justify the immediate inter-institutional attention in mining populations of these municipalities, today in crisis accentuated by the closure of their only work activity.

Keywords: *Minamata International Agreement, minor's best interest, primary mercury extraction.*

1. Introducción.

¿Qué tanto se conoce acerca del metal mercurio y los daños neurológicos relacionados con los procesos de intoxicación crónica que produce en las personas, así como el uso que éste tiene en determinados aparatos que forman parte la vida diaria? Actualmente, la cotidianidad se desarrolla a un ritmo acelerado, sin pausas, situación semejante acontece con el avance científico y tecnológico, todo a título de progreso. Pero ¿será este progreso el más benéfico?, ¿estará aportando los efectos positivos esperados?, ¿la información existente, es adecuada?, luego entonces, se advierte una falta de difusión de la información concerniente a los efectos que produce en personas y el daño medio-ambiental.

El mercurio (Hidrargirio, Hg), es un elemento químico y metálico, que a temperatura regular y en las condiciones específicas de presión su estado es líquido. De origen natural, proviene de los volcanes, de la desgasificación de la corteza terrestre y la evaporación de los océanos (Henry, 2000). A nivel mundial, el mercurio se usa en la fabricación y producción de artículos como baterías, interruptores y relés, lámparas fluorescentes, lámparas de vapor, lámparas fluorescentes de cátodo frío y lámparas fluorescentes de electrodo externo para pantallas electrónicas, cosméticos, incluidos jabones, cremas para aclarar la piel, plaguicidas, biocidas y antisépticos de uso tópico, barómetros, higrómetros, manómetros, termómetros esfigmomanómetros, lo podemos también encontrar en la industria de la metalurgia del oro y plata en pequeña y a gran escala por mencionar algunos de ellos (Convenio de Minamata, 2017). El mercurio produce importantes daños y efectos en la salud de las personas, algunos de los más conocidos son los neurológicos. Al propagarse en el medio ambiente, el mercurio contamina todo aquello con lo que tiene contacto, por ser de fácil absorción (Convenio de Minamata, 2017) cuestión que dio un motivo más, para poner en práctica medidas de alcance mundial, con el primordial objetivo de hacer frente, y tratar de detener, el problema que surge de la contaminación por mercurio y sus derivados.

Existen registros de actividad minera en la Sierra Gorda del Estado de Querétaro, desde hace un par de siglos, estudios arqueológicos determinaron y demostraron que se realizaron explotaciones a cielo

abierto desde el siglo XIII y subterráneas en el siglo X. El objetivo principal de estas explotaciones era producir sulfuro de mercurio (cinabrio) (SGM, 2017).

A partir de la década de los años sesenta del siglo XX, comienza la prosperidad de la explotación del mineral mercurio en el Estado de Querétaro, convirtiéndose éste, en el primer productor nacional de este elemento, teniendo a San Joaquín, Pinal de Amoles, Cadereyta y Peñamiller como principales puntos de extracción de mercurio, alcanzando una producción mensual, en aquel entonces, de 4000 frascos (140 toneladas). En esta misma década, el mercurio cotizaba en el mercado internacional alrededor de 550 - 600 dólares americanos por cada frasco. Panorama Minero del Estado de Querétaro (2017) reportó que entre 1970 y 1974 la producción de mercurio fue de 3,712 toneladas.

La contaminación producida por emisiones de mercurio al medio ambiente, a nivel mundial, tanto de su extracción primaria, como de productos con mercurio añadido y los procesos de fabricación en donde se utiliza mercurio o compuestos de mercurio, es regulada a través del Convenio de Minamata (2017), que debe su nombre a la ciudad de Minamata, Japón, en donde a finales de 1950 las personas de la localidad fueron gravemente afectadas por envenenamiento con mercurio, Convenio Internacional que a la fecha ha sido ratificado por más de 128 Estados.

La minería, es la única actividad económica primaria conocida por las personas de éstos municipios, y al ser prohibida por decreto de ley, genera un problema social, económico y migratorio; así, el propósito del presente artículo es hacer notar cuáles son las medidas adoptadas en el Convenio de Minamata para que a través del Interés Superior de la Niñez se dé un financiamiento económico y que éste a su vez sea una herramienta para que pueda darse una reconversión de la actividad minera de extracción de mercurio en las poblaciones de San Joaquín, Pinal de Amoles, Cadereyta y Peñamiller (Querétaro), a otra actividad económica totalmente diferente, que va de la mano con la reconversión de los sitios contaminados. Situación que podría mejorar la calidad de vida de las personas de estas poblaciones y la de su población infantil.

El objetivo primordial del Interés Superior del Menor es buscar en todo momento lo más benéfico

para el desarrollo y sano crecimiento de niños, niñas y adolescentes. Es deber de toda autoridad, de acuerdo a su orden de gobierno (Municipal, Estatal, Federal), velar por su especial cuidado, tal y como se encuentra en el artículo 40, párrafo noveno de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que además encuentra protección internacional en la Convención sobre los Derechos de los Niños de 1989 de la cual México también es parte.

2. Interés Superior De Los Niños, Niñas Y Adolescentes.

La infancia, es una etapa en donde se experimenta al natural todo tipo de emociones, todo es cuestionable, asombroso y novedoso, no hay límites o barreras que detengan el aprendizaje, el mundo que rodea a los niños se convierte en un laboratorio de prueba y error a través de actividades como jugar, sin que exista el temor a equivocarse, pues aún no se comprende el alcance de la palabra éxito. Por igual es una etapa de vulnerabilidad pues requiere, en todo momento, la ayuda de un adulto que oriente y que proteja de todo aquello que represente un peligro.

Acerca de la vulnerabilidad en los niños, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2002 destacó, a nivel mundial, que cerca de 53 mil niños y niñas murieron a consecuencia de homicidios. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) asentó que, en el año 2004, cerca de 126 millones de niños realizaban trabajos peligrosos y 218 millones de niños trabajaban. Conforme a Pinheiro (2006), entre 133 y 275 millones de niñas y niños, a nivel mundial, han sido víctimas y espectadores de violencia doméstica; también 8 millones de niños a nivel mundial viven en centros de acogida.

Según el Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo infantil realizado por la OIT (Organización Internacional del Trabajo), en todo el mundo 218 millones de niños entre 5 y 17 años están ocupados en la producción económica, 152 millones son víctimas del trabajo infantil y la mitad, 73 millones se encuentran en situación de trabajo infantil peligroso, dentro del trabajo infantil se centra en primer lugar la agricultura que esta a su vez incluye pesca, silvicultura, ganadería, acuicultura, representando el 71%, el 17% de la población infantil trabaja en sector de

servicios y el 12% en el sector industrial, en particular la minería. (OIT, 2017).

Ante estas situaciones, existe la Convención sobre los Derechos del Niño de 1989, tratado internacional que pone de manifiesto el lugar que ocupan los niños, niñas y adolescentes dentro de la sociedad, no solo como grupo vulnerable sino como sujetos con aptitud de derechos, pero que su capacidad de ejercicio encuentra dificultad en no contar con la mayoría de edad y el desarrollo físico - corporal que esta conlleva, lo que restringe el que puedan tener total y pleno dominio autónomo de su vida.

Para la Convención, en su artículo primero estipula que se entiende por niño:

Art. 1 *Para los efectos de la presente Convención, se entiende por niño todo ser humano menor de dieciocho años de edad, salvo que, en virtud de la ley que le sea aplicable haya alcanzado antes la mayoría de edad.*

Mientras que por su parte en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 34 manifiesta que se reputa como ciudadanos a las personas que hayan cumplido 18 años, haciendo implícito el señalamiento de que es el momento en que se adquiere la mayoría de edad, para contraer obligaciones y ejercer derechos de manera autodidacta:

Art. 34. *Son ciudadanos de la Republica los varones y mujeres que, teniendo la calidad de mexicanos, reúnan, además, los siguientes requisitos:*

I. Haber cumplido 18 años.

II. Tener un modo honesto de vivir.

La Convención sobre los Derechos del Niño de 1989, ha sido ratificada por alrededor de 196 Estados signantes, siendo Estados Unidos el único país sin ratificarlo. Tratado internacional que cuenta con un gran número de Estados participantes, incluso más que el Convenio de Minamata, mostrando el gran compromiso por parte de los Estados signantes para con los niños; sin embargo, lo expuesto en líneas anteriores no deja de ser una dura realidad.

En su contenido normativo, localizamos el principio denominado Interés Superior de la Niñez:

...Art. 3 *En todas las medidas concernientes a los niños que tomen las instituciones públicas o*

privadas de bienestar social, los tribunales, las autoridades administrativas o los órganos legislativos, una consideración primordial a que se atenderá será el interés superior del niño.

Los Estados Parte se comprometen a asegurar al niño la protección y el cuidado que sean necesarios para su bienestar, teniendo en cuenta los derechos y deberes de sus padres, tutores u otras personas responsables de él ante la ley y, con ese fin, tomarán todas las medidas legislativas y administrativas adecuadas.

Mientras que para la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se encuentra en artículo cuarto, párrafo noveno:

Art. 4 ... " En todas las decisiones y actuaciones del Estado se velará y cumplirá con el principio del interés superior de la niñez, garantizando de manera plena sus derechos. Los niños y las niñas tienen derecho a la satisfacción de sus necesidades de alimentación, salud, educación y sano esparcimiento para su desarrollo integral. Este principio deberá guiar el diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas dirigidas a la niñez"...

También lo encontramos en la Ley para la Protección de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes en su artículo zero y 50; en el Código Civil del Estado de Querétaro en su artículo 23, en las jurisprudencias emitidas por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, con número registro, 20020401, 2012592, 2008547, 159897, 2000988, 162563, entre otras. Estas jurisprudencias hacen referencia a diversas características, como un principio protector, derecho subjetivo, principio jurídico interpretativo, y como principio rector en la elaboración de normas, abarcando en todo momento la triple función del Estado (Ejecutiva, Legislativa y la Judicial).

Del artículo 50 de la Convención sobre los Derechos del Niño de 1989 se reconoce la obligación principal que tienen los padres para ser los primeros responsables del rumbo que tomará el futuro de ellos y en segundo término lo será el Estado, a través de sus órganos y las políticas públicas que emita, que deberán ajustarse y adaptarse a fin de garantizarles plena satisfacción de sus derechos.

Art. 5. *Los Estados Parte respetarán las responsabilidades, los derechos y los deberes de los padres o, en su caso, de los miembros de la familia ampliada o de la comunidad, según establezca la costumbre local, de los tutores u otras personas encargadas legalmente del niño, de impartirle, en consonancia con la evolución de sus facultades, dirección y orientación apropiadas para que el niño ejerza los derechos reconocidos en la presente Convención.*

El concepto Interés Superior de la Niñez (indeterminado y flexible), no debe entenderse en abstracto, porque el dotarlo de una definición es limitar su campo de aplicación, debido a que existe gran heterogeneidad entre sus titulares, protege tanto en lo individual como en lo colectivo (García, 2015). Se adapta a las necesidades específicas de sus titulares, a razón de su edad, condiciones físicas, condición social, de salud, educación, sexualidad, religión, lazos filiales, alimentación, entre otros más. Haciendo que el encargado de su aplicación tenga un amplio margen de discrecionalidad para poder brindar una respuesta efectiva.

Que éste a su vez puede comprenderse de tres maneras:

- como el interés que tiene el niño en calidad de persona e independiente de su edad.
- como el interés que tiene el niño en su calidad de niño, lo que implica una vida digna en el presente.
- como el interés que tiene el niño en su calidad de futuro adulto, en donde se distingue la sociedad en donde vive (Liebel, 2015).

3. Convenio De Minamata

El Convenio de Minamata entra en vigor el día 16 de agosto de 2017, conjuntando esfuerzos de 128 Estados signantes. Es un tratado internacional que tiene como objetivo proteger la salud humana y a su vez el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio fue a través del Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) que se reúne las pruebas necesarias para dar pauta a la realización de este ordenamiento.

En él se asientan las medidas para mitigar y reducir las emisiones de mercurio al medio ambiente, detener

la producción, distribución de productos con mercurio añadido, se busca controlar su suministro y comercio, su exportación e importación, detener los procesos de fabricación en donde se utiliza mercurio o compuestos de mercurio; incluso, se toma en cuenta la reversión de sitios contaminados, derivado de la actividad primaria extractiva de dicho material (Convenio de Minamata, 2017).

La aplicabilidad y el cumplimiento de obligaciones por parte de los Estados signantes del Convenio de Minamata de 2017, es ahora el reto por cumplir, debido a los recursos y medios con que cada Estado cuenta para hacer frente a la contaminación producida por mercurio, que varía en cuanto a la región y el tipo de actividades económicas que se realizan al interior. No es lo mismo tener una región que se dedique a la agricultura como actividad económica primaria, a otra, en la que su actividad económica principal sea la minería. La ratificación por México de este Convenio obliga desde ese preciso momento, a que se modifique y adecue su normatividad interna para así cumplir con los propósitos y objetivos buscados.

Querétaro al ser el principal productor de mercurio (Panorama Minero del Estado de Querétaro, 2017), teniendo a los municipios de San Joaquín, Pinal de Amoles, Peñamiller y Cadereyta, como zonas que dependen directa y económicamente de la actividad primaria de extracción de mercurio y ante la ratificación hecha del Convenio de Minamata, deben poner fin a toda actividad de extracción, producción, distribución, comercialización en donde se use mercurio.

Actividad económica que es producto de una herencia cultural pasada de generación en generación entre las personas del lugar y que subsiste a la vez con la contaminación producida por la minería intensiva o industrial que se desarrolla de manera artesanal y clandestinamente.

Situación que afectó el medio ambiente; en específico, al suelo en donde se realiza, pues no existen las normas mínimas de higiene y seguridad aplicables a las unidades productivas (Romero-Zepeda, 2019), en cuerpos de agua (ríos, lagos, lagunas) que al verter residuos de mercurio en éstos, aumenta su toxicidad y su capacidad para incorporarse a los alimentos que son regados con agua contaminada, de modo que forman parte de la dieta

de las personas aledañas, así como en el aire, al ser parte del proceso de calentamiento de amalgamas compuestas de mercurio y oro (Esdaile y Chalker, 2018).

4. Minería de Mercurio y Fundamentos Legales para su Atención

Al constituirse la minería de mercurio como principal actividad económica entre las comunidades de San Joaquín, Cadereyta, Peñamiller y Pinal de Amoles, en este último el setenta por ciento de su población vive en comunidades con menos de 100 habitantes y aproximadamente el 40% de esos habitantes es población infantil que oscilan entre los 0 y 14 años de edad (Romero-Zepeda, 2019), persiste la contaminación derivada de la extracción y los procesos en donde se usa mercurio, la cual ha traído como consecuencia, entre otras, la afectación severa del desarrollo motriz de sus habitantes, situación que actualmente no cuenta con documentación formal para el control epidemiológico de los daños generados (Romero-Zepeda, 2019).

Ahora bien, la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, como ordenamiento legal de protección a derechos humanos y al ser una garantía efectiva a éstos, entendiéndose por ésta la satisfacción que es tangible en la esfera jurídica de los particulares, quienes son los principales benefactores de su aplicación, en su artículo 40 párrafo quinto, manifiesta lo siguiente:

ART. 4... *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley” ...*

Por su parte, el artículo 133 constitucional hace mención de que toda Entidad Federativa deberá regirse por la Constitución y Tratados Internacionales de los que México sea parte, es aquí donde encuentra fundamento legal la aplicación que pueda tener el Convenio de Minamata de 2017, al incorporarse como derecho interno en México, adquiriendo la calidad de coercitivo.

ART. 133. *Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén*

de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada entidad federativa se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de las entidades federativas.

El mercurio es un elemento químico y por lo cual es imposible que pueda darse su destrucción (Martínez y Uribe, 2015), aproximadamente, puede depositarse a 100 o 1000 kilómetros de su fuente, contaminando aire, agua y alimentos que pueden ser consumidos dentro de ese territorio (Varela y Mateus, 2012).

Cabe mencionar que, al ser ingerido a través de compuestos orgánicos e inorgánicos, provoca severos daños en riñones, sistema nervioso central, y en el tracto gastrointestinal, abarcando irritación en la piel, debilidad muscular, pérdida de memoria y dermatitis (Martínez y Uribe, 2015). Al ser inhalado en forma de vapor, provoca desórdenes neurológicos y de comportamiento, tales como temblores, inestabilidad emocional, insomnio, pérdida de memoria, cambios neuromusculares y dolores de cabeza. En exposiciones consideradas como seguras, algunos de los síntomas son sabor metálico en boca, espasmos intestinales, diarrea, vómito, problemas respiratorios, reacciones alérgicas cutáneas, temblores, inestabilidad emocional, pérdida de la memoria y audición, dolores de cabeza, disminución de la agudeza visual y coordinación.

En exposiciones crónicas los efectos son daños en el tracto gastrointestinal, sistema respiratorio, sistema cardiovascular, tiroides, riñones, funciones de órganos reproductivos y desarrollo del feto (Varela y Mateus, 2012).

En una entrevista realizada por De la Torre (2017), a personas de Pinal de Amoles, se destaca que, extraen rocas de la mina por su propia cuenta y sin el consentimiento de la Minera para ganar dinero extra, personas que relatan que, fundir el mercurio es fácil. En donde participan adolescentes alrededor de un horno avivando el fuego durante cinco, seis, siete u ocho horas, sin el uso de cubrebocas. El mercurio que se obtiene se deposita en una botella de coca cola de 600 mililitros, que llega a pesar ocho kilos aproximadamente.

Teniendo en claro que, el derecho a la salud y a un

medio ambiente sano debe ejecutarse y materializarse en el plano de la realidad y no quedarse en un mero derecho contenido en papel o positivizado.

Por su parte, las condiciones geográficas en donde se sitúa San Joaquín, Cadereyta, Peñamiller y Pinal de Amoles, dificultan el acceso a recursos que provengan del exterior y debido a la contaminación en suelo, cuerpos de agua y aire, lo cual hace que sea complicado desplegar cualquier otro tipo de actividad económica que les proporcione recursos económicos.

5. Interrelación entre Derechos.

Tanto el Convenio de Minamata de 2017 como la Convención sobre los Derechos del Niño de 1989, ocupan la misma jerarquía dentro del orden jurídico mexicano, y el adoptar las medidas pactadas en el primero de ellos en los municipios de San Joaquín, Cadereyta, Peñamiller y Pinal de Amoles, trajo consigo desempleo, migración y desintegración del tejido social en su población económicamente activa, afectando su modus vivendi y en consecuencia directa, el de sus hijos.

Como resultado de lo anterior, la estabilidad económica que les brindaban previamente sus progenitores se verá afectada en su educación, alimentación, esparcimiento, salud, vestido y transporte, colisionando con el propósito del Interés Superior de la Niñez, existiendo a la par, la contaminación en suelo, aire y agua, lo cual aumenta la probabilidad de ingreso y permanencia, en el campo laboral de la minería, para estos niños, efectuándose de manera clandestina.

Ahora bien, los derechos que se desprenden de ambos tratados deben coexistir, en la medida de que el Interés Superior de la Niñez envuelve el rubro de salud y un medio ambiente sano, porque para que pueda darse un óptimo desarrollo y desenvolvimiento de los niños debe existir un entorno libre de toda contaminación pero que además le brinde las herramientas que les permita tener y lograr ese óptimo desarrollo tanto personal como de identidad.

En todo lo referente a medio ambiente sano siempre se encuentran envueltos los tres niveles de Gobierno (Federal, Estatal y Municipal), guiados por el principio de concurrencia, situación semejante acontece cuando se habla del Interés Superior de la niñez, en este

último, es obligación de cualquier autoridad en ejercicio de sus funciones (Federal, Estatal, Municipal) velar por su especial cuidado y protección.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, en sus artículos primero fracción octava, artículo cuarto, y artículo vigésimo primero, hace referencia a la concurrencia de facultades entre los tres niveles de Gobierno:

Artículo 1. - ... VIII. - *El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, las entidades Federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 de la fracción XXX-IX - G de la Constitución*

Art. 4. - *La Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la ciudad de México, ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en otros ordenamientos legales.*

Art. 21. - *La Federación y las entidades Federativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante las cuales se buscará:*

I. Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable.

II. Fomentar la incorporación de información confiable y suficiente sobre las consecuencias, beneficios y costos ambientales al sistema de precios de la economía

Es en esta misma ley, donde se encuentran las respectivas facultades que pueden tener la Federación, Los Estados y los Municipios cuando de medio ambiente se trate:

Por parte de la Federación, las encontramos en el artículo 5, fracción XIII, artículo 11, fracción III:

Art. 5. *Son facultades de la Federación*

XIII. - El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en

coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos.

Art. 11. *La federación, por conducto de la secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las Entidades Federativas, con la participación, en su caso, de sus municipios, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial.*

Por parte los Estados, se encuentra en el artículo 70, fracción quinta, vigésima y en el artículo 13:

Art. 7. - *Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:*

V.- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en la legislación local, con la participación de gobiernos municipales.

Art. 13. - *Los Estados podrán suscribir entre sí y con el Gobierno de la Ciudad de México, en su caso, convenio o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa, con el propósito de atender y resolver problemas ambientales comunes y ejercer sus atribuciones a través de las instancias que al efecto determinen atendiendo a lo dispuesto en las leyes locales que resulten aplicables.*

Por parte de los Municipios, encontramos las siguientes facultades, en el artículo 80, fracción III, IV, X, XIV y XV:

Art. 8 *Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:*

III.- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de misiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación, que de acuerdo con la legislación estatal, corresponda al gobierno del Estado.

IV. - La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, alma-

cenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente ley.

En el año 2019, en la Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de este año en mención, en su artículo 25 fracción IX, se crea un fideicomiso denominado “Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera”, en donde la Secretaría de Economía, será la encargada de realizar las gestiones necesarias para que se cumpla tal mandato:

ART. 25... IX *En sustitución de lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 275 de la Ley Federal de Derechos, para los efectos del artículo 2º de la ley de Coordinación Fiscal, no se incluirá en la recaudación federal participable, la recaudación total que se obtenga de los derechos a que se refieren los artículos 268, 269 y 270 de la Ley Federal de Derechos, y se destinará en un 80 por ciento al Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera, en un 10 por ciento a la Secretaría de Economía, y en un 10 por ciento al Gobierno Federal que se destinarán a los señalados en el párrafo quinto del artículo 275 de la Ley Federal de Derechos.*

El objetivo principal del Fideicomiso denominado “Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera”, consiste en apoyar e incentivar toda actividad minera y no precisamente aquella de extracción de mercurio, pues aún México y en específico el Estado de Querétaro, la minería sigue siendo una actividad económica predominante, y es a través de este fideicomiso que se busca mejorar la calidad de vida de los habitantes que rodean las zonas de producción minera, con el financiamiento de proyectos de equipamiento, inversión física o de infraestructura.

Con fundamento en lo dispuesto en los artículos 25, fracción IX, de la ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 2019, 271, 275 de la ley Federal de Derechos, así como la cláusula Octava, inciso a) del Contrato de Fideicomiso Público de Administración y Pago, denominado Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera”.

La figura del fideicomiso existe desde hace varios años en México, y son tan variados dependiendo

el objeto a que se destinen, siempre y cuando su objeto sea lícito, formado por tres elementos esenciales, una entidad que aportará bienes y dará la orden de hacer algo (Fideicomitente), a otra persona que será la encargada de cumplir tal mandato (Fiduciaria, casi siempre es un banco o una entidad autorizada en su sector), contando un beneficiario (Fideicomisario), que será el destinatario de las órdenes emitidas por el Fideicomitente al Fiduciario. Al saber de la existencia del anterior Fideicomiso, es para que pueda tomarse como antecedente y punto de referencia en la creación de uno nuevo, que funcione para todo aquello que surge como consecuencia de la minería artesanal de mercurio, el cual pudiera ser nombrado: Fondo para la reconversión de sitios contaminados y la reactivación de la economía dentro de la Sierra Gorda Queretana”, que con fundamento en el interés Superior de la Niñez, se incorporen las Facultades del Estado de Querétaro en conjunto con las de los Municipios de Cadereyta, San Joaquín, Pinal de Amoles, Peñamiller, para recabar los fondos económicos necesarios, que ayuden al desarrollo e implementación de las siguientes actividades:

- Incidir en la reingeniería de procesos, en el método de extracción del Mercurio para reducir los riesgos al medio ambiente y a la salud humana.
- Intervenir a través de la biorremediación de suelo y remediación del agua, en aspectos de seguridad alimentaria en la región.
- Reconversión de actividades productivas, previo al cierre de la minería de mercurio, integrando los recursos locales y los intangibles culturales en una nueva cadena de valor comunitaria.
- Fomentar las capacidades productivas en la población, independientes a factores afectados por el cambio climático.

De incorporarse el anterior Fideicomiso, como propuesta sería en la Ley de Ingresos para el Estado de Querétaro, en su Capítulo Tercero denominado “De los Ingresos propios que percibirán los demás sujetos de Ley para el Manejo de los Recursos públicos del Estado de Querétaro”, el cual integraría su capital de los rubros contenidos en el artículo primero de la presente ley, los cuales se enlistan:

- Del rubro de Impuestos:
 - Impuestos Ecológicos.
- Del rubro de Aprovechamientos:
 - Sanciones: este rubro debería contener

todas aquellas en materia de extracción clandestina del mercurio.

-Del rubro de Convenios:

- Ramo 08. Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Ramo 12. Salud
- Ramo 16. Medio ambiente y Recursos Naturales, que contiene Programas Hidráulicos y Programas de Riego, debiendo integrarse uno nuevo, denominándose Programas de Reconversión de sitios contaminados por Mercurio

CONCLUSIONES

En conclusión, la Convención sobre los Derechos del Niño a través del principio Interés superior de la Niñez, establece que toda protección sea extensiva a todo niño, al necesitar de una protección legal antes y después de su nacimiento, por ello la razón de que, este concepto sea indeterminado, para individualizarse tanto como sea posible y que pueda adecuarse a las necesidades de los niños de las poblaciones de Cadereyta, Pinal de Amoles, Peñamiller y San Joaquín, dado su estrecha relación con la minería artesanal de mercurio.

Ahora bien, la obligación de proporcionarles un mejor futuro a estos niños compromete tanto a los padres de estos como al Estado a través de sus representantes, este último deberá adoptar los mecanismos para una mejor satisfacción de sus derechos, porque la mayoría de los rubros que contempla el Interés Superior de la Niñez se enlaza y depende directamente de que exista un medio ambiente libre de contaminación (alimentación, transporte, salud, esparcimiento, educación, recreación, salud), por esta razón no debe existir oposición entre derechos al momento de aplicarse dos Tratados Internacionales. Que de trabajar de manera conjunta comprenden un mayor beneficio, lo cual es la idea característica de progresividad de los derechos humanos, con tendencia a incrementar su goce hacia el futuro.

Por su parte, la actividad minera de extracción de mercurio desarrollada de manera artesanal ha permeado por generaciones entre las poblaciones de Cadereyta, Pinal de Amoles, Peñamiller y San Joaquín, debido a que no cuentan con los medios o elementos para desarrollar otro

tipo de actividad económica que genere ingresos para sus habitantes, por encontrarse a la periferia de la urbe, teniendo un rezago tanto de información, preparación académica, condiciones de salud e higiene, transporte, desarrollo urbano, que facilite el alcance de todo lo que trae consigo el avance tecnológico y científico; sin embargo y a pesar de la implementación de las medidas adoptadas en el Convenio de Minamata, aún continúa su práctica clandestina.

Una solución estratégica es la creación del Fideicomiso denominado “Fondo para la reconversión de sitios contaminados y la reactivación de la economía dentro de la Sierra Gorda Queretana”, que materialice lo que es y representa el interés superior de la niñez a través de financiamiento económico para la reconversión de los sitios contaminados (derecho a un medio ambiente sano y a la salud) y que a su vez logre la transición en la implementación de otro tipo de actividades que generen ingresos económicos para las personas de los municipios de Cadereyta, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín, mejorando la calidad de vida y en específico la de su población infantil hacia futuro (interés Superior de la Niñez).

Agradecimientos.

Agradecemos a la Universidad Autónoma de Querétaro por el financiamiento número 26032019 del proyecto de vinculación tecnológica 2018. Así mismo, los autores de este trabajo agradecemos el activismo internacional e impulso en materia del derecho ambiental de la Dra. Izarely Rosillo Pantoja, profesora investigadora Nivel VII de esta casa de estudios; al igual que la lectura crítica del presente trabajo y formación académica de dos investigadores de este grupo, al Dr. Pedro Joaquín Gutiérrez Yurrita, SNI II adscrito al CIIEMAD-IPN.

Referencias Bibliográficas

Convenio de Minamata sobre el Mercurio, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2017), <http://mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/COP1%20version/Minamata-Convention-booklet-sp-full.pdf>, consultado el 10 de octubre de 2019.

- Convención Sobre los Derechos del Niño de 20 de noviembre de 1989: <https://www.un.org/es/events/childrenday/pdf/derechos.pdf>, consultado 12 de octubre de 2019
- De la Torre, K. (2007). *Minería al Límite: la pesadilla del mercurio en México*, México, Mongabay Latam. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/03/mexico-mineria-mercurio-sierra-gorda-queretaro/>, consultado el 15 de abril de 2020.
- Desarrollo de la evaluación Inicial del Convenio de Minamata en México: Informe Final, 60-69,(2019): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444248/Eval._inicial_Convenio_Minamata_en_M_xico.pdf, consultado el día 10 de abril de 2020.
- Esdaile Louisa J., Chalker Justin M. (2018). The Mercury Problem in Artisanal and Small-scale Gold Mining, *Chemistry a European Journal Minireview*, 5-7. Extraído el 10 de octubre de 2019 desde: <https://drive.google.com/file/d/1DIgbJBWBBRgorfPOGxJBburorXwXqLrf/view>
- Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera, (2019): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/481311/RO_Fideicomiso_Fondo_para_el_Desarrollo_de_Zonas_Mineras_DEFINITIVA-VOTA....pdf, consultado el 27 de marzo de 2020.
- García S. T., (2015). El Interés Superior del Niño, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 145-146. Extraído el 29 de abril de 2020, desde: <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-internacional/article/view/523/12413>
- J.-D. Park, W. Zheng, J. Prev. Med. Public Health 2012 45, 344, 352
- Informe, El convenio de Minamata sobre el Mercurio y su Implementación en la Región de América Latina y el Caribe, (2014), 16-24, desde: http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/publications/informe_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf, consultado el 29 de marzo de 2020.
- Henry, J.R. (2000). An Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury, Report prepared for U.S. Environmental Protection Agency Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation office. Washington, D.C;
- MÉXICO: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988, artículos 1, 4, 5, 7, 8, 11, 13 y 21: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf, consultado el 13 de febrero de 2020
- MÉXICO: Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal, 2019, artículo 25 <https://elgobiernoatualcance.com.mx/repository/documentos/Ley%20de%20Ingresos%20de%20la%20Federaci%C3%B3n%20para%20el%20Ejercicio%20Fiscal%20de%20201920190107144223352.pdf>, consultado el 14 de marzo de 2020
- Liebel M. (2015). Sobre el Interés Superior de los Niños y la Evolución de Facultades, Universidad Libre de Berlín, 45-46. Extraído el 30 de abril de 2020 desde: [file:///C:/Users/User/Downloads/Normas_editoriales%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Normas_editoriales%20(4).pdf)
- Lineamientos para el Fondo para el Desarrollo de Zonas de Producción Minera: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/511853/SE_Lineamientos_Fondo_Minero_01112019.pdf, consultado el día 2 de abril de 2020
- Martínez J.A. y Uribe A. (2015), El Mercurio y la contaminación por actividad extractiva. Nombre de la Revista. 57-58, Extraído el 30 de septiembre de 2019, desde: <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revistao/article/view/1250/1215>
- OMS (2004). El Mercurio en el Sector de la Salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente, Agua, Saneamiento y Salud. Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil de la Organización Internacional del Trabajo: <https://www.ilo.org/ipecc/lang--es/index.htm>, consultado el 20 de abril de 2020.
- Pinheiro, Paulo Sergio: Informe del Experto Independiente para el estudio de la violencia contra los niños de las Naciones Unidas, de fecha 29 de agosto de 2006, doc. A/61/299, PARS. 28, 47 y 55
- Ramírez A.V. (2008), Intoxicación ocupacional por mercurio, *Anales de la Facultad de Medicina, SciELO Perú*, 1-3.
- Romero-Zepeda, H. (2019). Comunicación personal.
- SGM (2017). Panorama Minero del Estado de Querétaro. Servicio Geológico Mexicano (SGM) y Secretaría de Economía. Extraído en octubre de 2019 en: <http://>

- www.sgm.gob.mx/pdfs/QUERETARO.pdf
Tesis Jurisprudencia, 2a./J. 113/2019 (10a.), Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, Tomo III, agosto de 2019, Página: 2328, Registro: 2020401.
Tesis Jurisprudencia, P./J. 7/2016 (10a.), Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, Tomo I, septiembre de 2016, Página: 10, Registro: 2012592
Tesis Aislada, 1a. CCCLXXIX/2015 (10a.), Décima Época, Semanario Judicial de la Federación, Tomo I, diciembre de 2015, Página: 256, Registro: 2010602
Tesis Aislada, 1a. LXXXII/2015 (10a.), Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, Tomo II, febrero de 2015, Página: 1398, Registro: 2008547
Tesis Jurisprudencia, 1a./J. 25/2012 (9a.), Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, diciembre de 2012, Tomo 1, Página: 334, Registro: 159897
Tesis Aislada, 1a. CXXII/2012 (10a.), Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Décima Época, junio de 2012, Tomo 1, Página: 260, Registro: 2000988
Tesis Jurisprudencia, I.5o.C. J/14, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Novena Época, Tomo XXXIII, marzo de 2011, Página: 2187, Registro: 162563
Varela Villegas, A., & Mateus Solarte, J. C. (2012). Evidencia científica, normativa y técnica sobre la problemática del mercurio en Colombia - Revisión sistemática de la Literatura. Ministerio de Salud y Protección Social - Fundación para la Educación y Desarrollo Social FES, 105





LA AVENA (A. SATIVA) EN UN RECETARIO MEXICANO DE COCINA CASERA DE 1943

OAT (A. SATIVA) IN A MEXICAN COOKBOOK OF 1943

Kuri-García Aarón*, Martínez-Pérez Rosa María¹

¹ Licenciatura en Gastronomía, Facultad de Filosofía, Universidad Autónoma de Querétaro.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: aakuri@gmail.com

Resumen

Se presenta un estudio sobre la avena, reconocida por su contenido en compuestos bioactivos benéficos a la salud humana. Se examinó un anuncio de *Quaker Oats* en el Recetario de cocina, publicado por el periódico *Excelsior* en 1943. Dado que en esa época no se conocían a detalle la composición fitoquímica y nutrimental de la avena y por ello los efectos benéficos en la salud humana, se propuso investigar la información del anuncio publicitario en 1943 y relacionarlo con la información que existe hoy en día. El trabajo se compone de una primera parte en la cual se fundamenta el aspecto histórico, y otra en la cual se realiza el análisis nutrimental de la avena con relación a la información dada por el anuncio, que presenta a la avena como un alimento saludable, por su alto contenido de hierro y tiamina solamente, pero se encontró que la avena es un alimento funcional que brinda beneficios por el contenido de β -glucanos y de avenantramidas, los compuestos fitoquímicos mayoritarios de la avena, que tienen como actividades biológicas, efectos hipocolesterolémicos, inmunomoduladores hipoglucémicos, antitumorales, antioxidantes y antiinflamatorios. Por lo anterior, se concluye que la avena tiene el efecto que promociona el anuncio del recetario, pero no solo por la avena, sino que este efecto también se puede atribuir al tipo de preparación, al utilizar yemas de huevo, nuez y levadura, que en conjunto aportan las características que *Quaker Oats* propuso.

PALABRAS CLAVE: avena, nutrición, *Quaker Oats*, *Recetario de cocina Excelsior*, β -glucanos, avenantramidas.

Abstract

A study on oats is presented, recognized for its content in bioactive compounds, beneficial to human health. An advertisement for *Quaker Oats* was examined in the Cookbook, published by the *Excelsior* newspaper in 1943. Since at that time the phytochemical and nutritional composition of oats and therefore the beneficial effects on human health were not known in detail, it was proposed to investigate the information of the advertisement in 1943 and relate it to the information that exists today. The work is composed of a first part on which the historical aspect is based, and another on which the nutritional analysis of oats is carried out in relation to the information given by the advertisement, which presents oats as a healthy food, due to its high content of iron and thiamine only, but it was found that oatmeal is a functional food that provides benefits due to the content of β -glucans and avenanthramides, the major phytochemical compounds of oats, which have, as biological activities, hypocholesterolemic, hypoglycemic, anti-tumor, antioxidant and anti-inflammatory immunomodulator effects. Based on the foregoing, it is concluded that oatmeal has the effect that promotes the recipe's announcement, but not only because of oats, but that this effect can also be attributed to the type of preparation, when egg yolks, nuts and yeast are used, which together provide the characteristics that *Quaker Oats* proposed.

KEYWORDS: oats, nutrition, *Quaker Oats*, *Recetario de cocina Excelsior*, β -glucans, avenanthramides.

1. Introducción

La avena, desde la cultura alimentaria popular, es considerada uno de los alimentos más saludables para el organismo humano. Entre sus cualidades se encuentra la capacidad para reducir la inflamación asociada a la diabetes y la enfermedad cardiovascular. El artículo aquí presentado gira en torno a las bondades que la compañía *Quaker Oats* presentó en un anuncio dentro del *Recetario de cocina Excélsior*, publicado en 1943.

La avena es un cereal que no ha sido abordado en la investigación nutricional y humanística en conjunto. La mayor parte de los trabajos en este sentido involucran análisis nutrimental o químicos, en el contexto del consumo de avena. En este sentido, se busca estudiar de forma multidisciplinaria tanto desde el contexto de las humanidades como desde las ciencias naturales.

Entre los trabajos que se centran en la avena, está la investigación de Rasane *et al.* (2013), “Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods –a review”, en el cual observan la gran atención que se ha fijado en este cereal, y todos los beneficios que se le atribuyen, dentro de una visión panorámica de sus cualidades nutricionales, de salud, su procesamiento en diferentes alimentos industrializados y su potencial para ayudar a combatir enfermedades.

Otro trabajo sobre este tópico es el de M. Ahmad y otros (2014), quienes ponderan el doble uso de la avena, en su artículo “A review on Oat (*Avena Sativa L.*) as a dual-purpose crop”, en el cual evalúan los usos multifuncionales de este cereal como forraje, paja y también como alimento para humanos; la avena es convertida en hojuelas, harina, se cocina en galletas, cereal cocido, pan; se utiliza en la fabricación de cosméticos y productos para la salud, así mismo se tienen en cuenta sus probables usos futuros en torno a tratamientos médicos.

Por otra parte, Winkler, Murphy y Jones (2016) consideran el tema de la avena desde una diferente perspectiva, a través de su investigación “The history of oats in western Washington and the evolution of regionality in agriculture”. Existe la preocupación de que, conforme la agricultura se industrializa, se pierde el regionalismo, y con ello, los beneficios sociales, económicos y ambientales, además, la avena proporciona en este caso un

ejemplo para examinar las fuerzas que movieron a la evolución agrícola durante el siglo XX, afirman los autores. La producción a escala industrial ha afectado la pequeña producción local, pero sostienen que el refuerzo del regionalismo en el futuro dependerá de la capacidad de las comunidades y el mercado para diferenciar las versiones regionales de productos, como es el caso de la avena, de aquellos en el sistema mercantil general.

Los objetivos del presente trabajo son, en primer lugar, concentrar en una sola vertiente dos fuentes de información, una, desde el contexto histórico y nutrimental y con ello, enriquecer el conjunto de los estudios que se han publicado sobre la avena, en un esfuerzo interdisciplinario para una visión más completa e integral de este producto agrícola. En segundo lugar, entender con mayor profundidad las afirmaciones nutricionales de la marca estadounidense *Quaker Oats*, según su publicidad en el *Recetario de cocina Excélsior* de 1943. En este orden de ideas, se propone como hipótesis que a la denotación de 1943 le falta información que a la fecha ya se conoce, con relación a los efectos de la avena en la salud, con fundamento en los avances que la ciencia ha aportado en torno a la nutrición humana.

El artículo se estructuró con base en una primera sección que establece, por una parte, el fundamento histórico de la alimentación en México en los años cuarenta, cuando el *Recetario de cocina Excélsior* fue publicado. Y por otra, una breve historia de la avena y su inserción en el sistema alimentario mexicano a principios del siglo XX. En una segunda sección, se analizan las aseveraciones de *Quaker Oats* en torno a su producto, con base en su anuncio publicado en el recetario, el cual complementa el desglose nutrimental de varias recetas adjuntas preparadas con la avena.

El alcance de esta investigación es aún limitado, la avena requiere de más consideración como objeto de estudio con relación al tema humanístico y nutrimental en conjunto, y muy en especial, desde la perspectiva mexicana, pues al día se encuentra en la mayoría de los hogares, y su versatilidad le ha permitido multiplicar sus usos para su consumo en la mesa. Por ello, esta propuesta es apenas una sugerencia para generar interés en el tema.

2. La nutrición y la alimentación saludable desde la perspectiva del público mexicano

El lunes 4 de enero de 1943 el periódico *El Nacional*, órgano oficial del partido en el poder, anunció la inauguración, ese día, del Instituto Nacional de Nutriología. Creado por el Departamento de Salubridad para resolver problemas inmediatos, en especial dentro del sector rural, el Instituto enfocaría sus actividades de investigación científica sobre problemas de la alimentación en el país. A la par de esto, también tendría entre sus trabajos la enseñanza y difusión de “los principios de la ciencia y el arte de la alimentación correcta y adecuada, bajo la dirección de competente personal previamente adiestrado y de destacados científicos”. Como primer director, fue nombrado el doctor Francisco de Paula Miranda [“El país cuenta con un nuevo instituto”, p.1]. El doctor De Paula Miranda (1890-1950) fue un prestigiado científico, experto en nutrición. Para Miranda, el estudio de la alimentación no se debía reducir a la fisiología, sino que era un fenómeno complejo con múltiples aristas, y, para entender y resolver problemas asociados con la alimentación, había que estudiarla a partir de sus facetas fisiológicas, económicas, sociales y educativas (Minor y Vargas, 2015, pp. 5-6). La visión del médico y científico era acertada: la nutrición humana parte de bases que van más allá de la dinámica fisiológica, y se vinculan con aspectos culturales y económicos, como se verá en este artículo.

En estos términos, la creación del Instituto Nacional de Nutriología hizo patente un nuevo esquema en la alimentación de los mexicanos. La nación se encontraba en un momento histórico en el cual varios elementos críticos sustentaban su transformación y circunstancias: la Segunda Guerra Mundial, la industrialización y la migración de zonas rurales a las ciudades. Todos estos aspectos tuvieron, desde luego, un efecto sobre los patrones alimentarios de los habitantes. Si bien en el campo subsistía la sencilla dieta campesina a base de frijoles, chile, tortillas, café de olla y otros componentes de su menú diario, sencillos y naturales, en las ciudades, de forma paulatina, la industria alimentaria, tanto nacional como transnacional, empezaba a ocupar su lugar en las mesas urbanas, en especial, de las clases medias y altas. De esta forma, marcas como la avena *Quaker Oats*,

Coca-Cola (presente en el país desde la década de 1920), *Cream of Wheat* (un cereal para el desayuno) o el jugo de uva *Welch's*, conquistaban de forma paulatina nichos en el mercado (Aguilar, 2009).

Por otra parte, los consumidores se empezaron a familiarizar con el concepto de nutrición saludable o de alimentación sana, sobre las bases científicas que se promovían a través de la escuela, las instituciones de salud pública y los medios de comunicación. Un ejemplo es la crema de cacahuete *Vita-B*, anunciada en el periódico *Excelsior* en 1943, la cual fue fabricada para exportación, ya que la etiqueta decía crema de cacahuete en la parte superior de la etiqueta, y abajo, peanut butter. La *Vita B* era un producto de la Compañía Industrializadora de Cacahuete, y su lema de mercadotecnia sugería:

Quando piense en vitaminas, piense en Vita B [*Excelsior*, 1943. “Vita B”, p. 11].

De igual forma, *Cream of Wheat* -una marca estadounidense que data de 1893- hacía llegar un mensaje en torno a las vitaminas, dirigido a las madres de familia:

Una delicia...con vitaminas. ¿Qué es lo que da a muchos niños ese aspecto de exuberante salud? Por lo general eso es el resultado de buena alimentación y buenos cuidados. La mamá proporciona estas dos cosas si da a sus niños Crema de Trigo, rica en elementos nutritivos y tan fácil de digerir! Su médico sabe -como lo saben muchas de sus amigas, que es un producto bueno. Recuerde, ahora hay dos clases de Crema de Trigo, la corriente [...] y la 5 Minutos, enriquecida con vitaminas B, y más calcio, fósforo y hierro” [“Una delicia...con vitaminas”, 1943, p. 3].

En otras palabras, se empezaba a definir en la mercadotecnia de la época que un alimento era más sano si estaba fortificado con suplementos de vitaminas y minerales. Esta perspectiva era parte de los avances del siglo XX, como lo expone S. Aguilar, quien señala además que “las prácticas culinarias y la experiencia del proceso de modernización fueron determinadas en mayor medida por la clase social” (Aguilar, 2009, p. 52).

Por otra parte, la guerra trajo consigo grandes avances en la química y manufactura de los alimentos, que se incorporaron, con el paso de las décadas en la posguerra, a la industria de fabricación de alimentos, como la leche y el huevo deshidratados. Por todo lo anterior, es posible

establecer que las décadas posteriores a la Revolución Mexicana fueron de cambios progresivos pero firmes en la nutrición de las familias, así como en el concepto que las mismas tenían en torno a una alimentación sana y balanceada, en gran medida, gracias a los esfuerzos realizados por las entidades gubernamentales, así como los medios de comunicación. Uno de los alimentos que recibió una mayor promoción en este sentido, durante la primera mitad del siglo XX, fue la avena (Rasane *et al.*, 2013).

3. La avena

Es un cereal que ha tenido un gran impacto en el esquema de nutrición y alimentación saludable en el mundo. El origen de su cultivo es incierto, pero se sabe que la planta procede del centro u occidente de Asia y del este de Europa (Coffman, cit. por Hoffman y Livezey, 1987, p. 2). Durante siglos, la avena fue considerada como una mala hierba en los campos de trigo y cebada, hasta que los cultivos de estos cereales migraron al noroeste europeo, entonces la avena fue cultivada por su propio derecho, de la cual se desprendieron dos variedades: la avena blanca, utilizada en el norte de Europa para elaborar pan, cerveza y cereal cocido, o la avena roja, propia del Mediterráneo, utilizada como forraje para el ganado (Hoffman y Livezey, 1987, p. 2).

Si bien la avena llegó a Norteamérica a principios del siglo XVII, cuando empezó a ser cultivada en los territorios que ocuparon las trece colonias, se sabe que en México fue introducida hasta finales de la década de 1920, a través de los migrantes menonitas que se establecieron en esa época en territorio mexicano (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, 1994, p. 3). Para 1940, la avena ya figuraba en el Censo Agropecuario llevado a cabo por la Dirección General de Estadística, aunque su producción menor distaba mucho en cantidad cosechada y superficie cultivada en comparación con las grandes dimensiones reportadas para el maíz y el trigo (Secretaría de Industria y Comercio, 1959, pp. 13-16).

En el *Recetario de cocina Excelsior*, un libro de cocina comercial publicado en 1943 por el periódico del mismo nombre, la avena tiene un lugar sobresaliente, en torno a un anuncio de la *Quaker Oats*, una marca fundada en el año 1877 en Ohio, Estados Unidos, con su característico logotipo del cuáquero, como símbolo de honestidad y alta calidad. La publicidad dentro del

recetario, en torno a esta empresa, está cubierta por una fuerte imagen de salud y buena nutrición en torno a la familia:

Tan solo dos onzas de AVENA “QUAKER OATS” cada día le darán a su familia sorprendente salud y vigor. Los niños deben alimentarse adecuadamente para crecer normalmente y los adultos para conservar las energías. Además de las proteínas, la Vitamina B (tiamina) es absolutamente necesaria para el crecimiento del niño y la vitalidad del adulto. Pueden reponerse las proteínas y Vitamina B que usted no puede obtener de manera fácil y económica en alimentos más caros o escasos. Simplemente añada 2 onzas de la deliciosa Avena “QUAKER OATS” a su alimentación diaria. La razón es la notoria superioridad de la Avena “QUAKER OATS” como alimento de gran poder alimenticio. La Avena “QUAKER OATS” abunda en hierro que enriquece la sangre y en Tiamina (Vitamina B). Tome Ud. este magnífico alimento diariamente y complete su dieta con un abundante desayuno caliente de la deliciosa AVENA “QUAKER OATS” (*Excelsior*. 1943. “Avena Quaker Oats”, p. 21).

En este contexto, surge el cuestionamiento acerca de la veracidad y precisión de tales afirmaciones con relación a las propiedades nutritivas de este cereal, a la luz de los conocimientos que hoy se tienen en materia de nutrición, y del papel creciente que ocupan en la actualidad las consideraciones del público consumidor con respecto a la legitimidad de los alimentos en función de su origen, sus efectos en el cuerpo humano y en el medio ambiente o el uso de aditivos químicos, por ejemplo. Para responder a este planteamiento, se evaluaron de forma nutricional las recetas que contenían avena y se relacionaron con la publicidad del recetario de 1943 y la información científica actual acerca de los efectos biológicos de las propiedades nutritivas de la avena (*Avena sativa*).

4. Análisis de la avena en el Recetario

4.1 Materiales y métodos

En este estudio retrospectivo, observacional del *Recetario de cocina Excelsior*, de 1943, perteneciente a una colección privada, se seleccionaron todas las preparaciones con avena que se encontraban vinculadas al anuncio de la marca *Quaker Oats*, con un total de tres recetas: Sopa de avena, Pan de avena y Budín de avena, como se observa

Tabla 1. Recetas de las preparaciones con avena por ingrediente del *Recetario de cocina Excelsior* 1943.

Sopa de avena			Pan de avena			Budín de avena		
Mantequilla	50	g	Avena	375	g	Ciruelas	325	g
Avena	125	g	Sal	30	g	Avena	250	g
Caldo	1000	mL	Azúcar	125	g	Agua	1000	mL
Yema	25	g	Agua Hirviendo	500	mL	Leche	250	mL
Crema Agria	125	g	Levadura	42	g	Nuez	250	g
Queso Rallado	62	g	Agua Tibia	62	mL	Azúcar	250	g
Sal	30	g				Canela	5	g
						Nuez moscada	2.5	g

Se muestra la cantidad y la unidad de cada ingrediente.

4.1.1 Análisis por 100 g de preparación

Se descargó la información de las preparaciones por ingredientes en una base de Microsoft Office Excel (USA) generando una base de datos de las preparaciones por ingrediente. Después se agregó la información nutrimental de las Tablas de Uso Práctico de los Alimentos (Chávez y Muñoz, 2014) y se describió cada uno de los componentes presentes en las tablas de alimentos tales como: energía, fibra dietética, hidratos de carbono, proteínas y lípidos totales, así como ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. De igual forma, se tomaron en cuenta minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio, sodio, potasio y zinc, y vitaminas como retinol, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido fólico y cobalamina. De forma posterior, se procedió a hacer el análisis de cada platillo por cada 100 g, se determinó la cantidad de nutrimentos por 100 g del platillo tomando en cuenta cada uno de sus ingredientes. Se calculó de la siguiente manera: Se determinó el peso total en gramos de la preparación conociendo la cantidad de cada nutrimento en ella, posteriormente se realizó una regla de tres para conocer la cantidad de cada nutrimento en específico por cada 100 g de la preparación total. Después, se hizo la relación de las proporciones de los alimentos por el peso total de la preparación. Por último, se realizó la suma total de cada uno de los nutrimentos provenientes de la receta. Los resultados se presentan como la cantidad del nutrimento por cada 100 g de la preparación.

4.1.2 Análisis de la ingesta diaria recomendada

Con los datos del análisis anterior, se determinó la cantidad de la IDR en 100 g de platillo actual. Se analizó el IDR más actual de 2011 debido que no existe información del IDR de los años 1943. Para ello, se utilizó la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008 de Productos y Servicios como Ingestión Diaria Recomendada (IDR) ponderada para la población mexicana (Arriola-Peñaloza, 2011).

La ingesta diaria recomendada utilizada fue la siguientes: Proteínas 73.0 g, Vitamina A 570.0 µg Eq retinol, Vitamina E 11.0 mg Eq tocoferol, Vitamina B1 (Tiamina) 800.0 µg, Vitamina B2 (Riboflavina) 840.0 µg, Vitamina B6 (Piridoxina) 930.0 µg, Vitamina B3 (Niacina) 11.0 mg Eq niacina, Vitamina B9 (Ácido Fólico) 390.0 µg, Vitamina B12 (Cobalamina) 2.1 µg, Vitamina C (Ac. Ascórbico) 60.0 mg, Calcio 900.0 mg, Cobre 650.0 µg, Flúor 2.2 mg, Fósforo 664.0 mg, Hierro 17.0 mg, Magnesio 250.0 mg, Zinc 10.0 mg (Arriola-Peñaloza, 2011).

Sobre estas cifras, es necesario tener en cuenta que la Organización de Alimentos y Agricultura en las *Declaraciones Nutricionales y Saludables* (CAC/GL 23-1997) (FAO, 1997) establece indicaciones de clasificación para determinar a los platillos como bajos o exentos en energía, fibra dietética, proteínas, grasas, ácidos grasos monoinsaturados, poliinsaturados y saturados, colesterol, azúcar, sodio, vitaminas y minerales en 100 g.

4.1.3 Análisis estadístico

Se utilizaron tablas de estadísticas descriptivas que muestran las medidas de los datos presentes en *El Recetario de Cocina Excelsior* de 1943. Se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism v6.

4.2 Resultados y Discusión

El Recetario de cocina Excelsior de 1943, a través de su publicidad y recetas, es una fuente valiosa para conocer a los aspectos alimentarios funcionales de la época, de manera específica, con relación al consumo de avena, en razón de que no existe información suficiente para el año de 1943, aunque desde 1912 se emprendió la investigación sobre la avena y sus efectos en la salud. En primera instancia se buscó el estudio y la caracterización del cereal; se estudiaron una serie de cruces de especies principalmente entre silvestre y domesticada, y se observó que la silvestre contenía mayor cantidad de variabilidad genética y mejor composición nutrimental (Surface, 1916, p. 252).

Luego, se comenzó el estudio de la avena con los efectos sobre la salud a través de un estudio realizado por Walker (1917), quien examinó la sensibilización de pacientes con asma a las diferentes proteínas, entre ellas, las proteínas de la avena, y se encontró que solo aquellos pacientes que tienen sensibilidad a las proteínas del trigo reaccionan a las proteínas de otros cereales como la avena.

En México están las variedades más cultivadas, las cuales fueron genéticamente modificadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Mariscal-Amaro *et al.*, 2009), para conferir moderada resistencia a la roya del tallo y a la roya de la corona, enfermedades que disminuye de forma notable la productividad de este cereal (Fagerlund *et al.*, 2009).

Por otro lado, la importancia de la fibra dietética como parte de una dieta equilibrada para la salud del ser humano está ampliamente reconocida. Los β -glucanos son un tipo de fibra soluble para los cuales se han propuesto efectos sobre la glicemia, los niveles de insulinemia, el colesterol y la inmunidad. Cereales como la cebada y la avena son reconocidos

como buenas fuentes de β -glucanos, pero también se pueden encontrar en algas y hongos. Asimismo, sus efectos parecen estar relacionados con su peso molecular, Los β -glucanos tienen desde bajo peso hasta un alto peso molecular (de 150.000 a 650.000-700.000 Da) (Pizarro *et al.*, 2014). El β -glucano es reconocido como el ingrediente alimentario funcional primario de la avena por sus actividades biológicas, tales como hipocolestero - lémicas, inmunomoduladoras hipoglucémicas, antitumorales, antioxidantes y antiinflamatorias (Du *et al.*, 2019). Las características moleculares y estructurales del β -glucano son los parámetros cruciales que determinan las propiedades físicas y los efectos funcionales biológicos del β -glucano en la avena. Se conoce que uno de los mayores efectos biológicos, la capacidad de unión al ácido biliar. Éste se produce en el hígado a partir del colesterol. La unión del β -glucano con el ácido biliar y su excreción fecal conducen a una disminución de los niveles de colesterol en el cuerpo (Kim y White, 2010). De igual forma, Kim y White (2011) evaluaron el impacto de β -glucano en la unión de ácido biliar. Los resultados mostraron que las magdalenas -bizcochos tradicionales en la bollería internacional- con alto contenido de β -glucano se unieron con mayor afinidad a los ácidos biliares en comparación con las magdalenas con bajo contenido de β -glucano. Por lo tanto, se puede concluir que la capacidad de unión al ácido biliar de los β -glucanos depende principalmente de su masa molecular, así como de las propiedades estructurales y fisicoquímicas (Kim y White, 2011; Pizarro *et al.*, 2014).

Se sabe que la avena es un alimento saludable para el corazón debido principalmente a su alto contenido de beta-glucano. Además, contienen más de 20 polifenoles únicos y avenantramidas, que han demostrado una fuerte actividad antioxidante in vitro e in vivo. También se ha demostrado recientemente que los polifenoles de la avena exhiben actividad antiinflamatoria y antiproliferativa, lo que puede proporcionar protección adicional contra la enfermedad coronaria, el cáncer de colon y la irritación de la piel (Sang *et al.*, 2017; Ortiz-Robledo *et al.*, 2013; Ishihara *et al.*, 2014; Wise *et al.*, 2009).

Tabla 2. Porcentaje de la IDR de cada nutrimento aportada por 100 g de cada preparación.

	Sopa de Avena	Pan de avena	Budín de avena
Fibra	1.6	8.4	5.5
Hidratos de Carbono	11.7	71.9	54.1
Proteínas	13.4	23.8	7.3
Lípidos	74.8	8.2	43.7
Saturados	54.5	20.4	30.5
Monoinsaturados	30.3	21.4	18.2
Poliinsaturados	6.2	23.3	36.4
Colesterol	48.3	0.0	0.2
Calcio	10.5	3.3	2.4
Fósforo	8.7	13.9	3.4
Hierro	6.1	2.6	14.9
Magnesio	5.3	4.4	7.7
Sodio	19.0	1.1	0.8
Potasio	3.1	9.0	4.2
Zinc	5.3	5.3	3.0
Retinol	18.1	0.0	0.5
Ácido ascórbico	0.2	0.0	2.8
Tiamina	5.0	80.0	5.4
Riboflavina	5.2	22.8	2.8
Niacina	2.0	18.5	1.6
Piridoxina	2.3	18.2	1.9
Ácido Fólico	7.8	1.5	2.3
Cobalamina	28.1	1.8	1.3

Basada en la información obtenida de Arriola-Peñaloza (2011).

Por otro lado, dentro del recetario, 3 de 15 recetas en la sección de “Sopas” (20% de dicha sección) utilizaron avena. La publicidad de *Quaker Oats* en el recetario refiere de manera textual: “En 2 onzas de avena abunda el hierro que enriquece la sangre y en tiamina [vitamina B]”. En primera instancia, hoy se conoce que la vitamina B1 es la tiamina y curiosamente sí es la vitamina con mayor concentración dentro de los preparados con avena. Es probable que esto

no se deba exclusivamente a la avena, sino también a la levadura utilizada en su preparación, ya que tiene 12 µg de tiamina por cada 100 g de pan, lo que cubre el 80% de los 800.0 µg del IDR de la tiamina recomendado para la población mexicana en general (Arriola-Peñaloza, 2011). Y con relación al hierro, se observa que la mayor concentración la obtuvo el Budín de avena con un aproximado del 24% del IDR debido a la adición de yema que contiene 5.6 mg/100g (Tabla 2).

Tabla 3. Distribución de macro y micronutrientes de las preparaciones con avena del *Recetario de cocina Excelsior 1943*.

	Sopa de Avena	Pan de avena	Budín de avena
Energía (kcal)	93.19	56.40	58.41
Fibra (g)	0.26	1.43	0.93
Hidratos de Carbono (g)	2.73	10.14	7.89
Proteínas (g)	3.12	3.35	1.06
Lípidos (g)	7.75	0.51	2.83
Saturados (g)	4.22	0.10	0.86
Monoinsaturados (g)	2.35	0.11	0.51
Poliinsaturados (g)	0.48	0.12	1.03
Colesterol (mg)	82.00	0.00	0.34
Calcio (mg)	47.61	15.07	10.97
Fósforo (mg)	39.54	63.09	15.55
Hierro (mg)	0.49	0.21	1.18
Magnesio (mg)	8.95	7.41	13.06
Sodio (mg)	53.84	3.19	2.35
Potasio (mg)	34.59	102.32	47.90
Zinc (mg)	0.45	0.45	0.26
Retinol (µg)	82.08	0.00	2.11
Ácido ascórbico (mg)	0.08	0.00	0.95
Tiamina (mg)	0.04	0.63	0.04
Riboflavina (mg)	0.05	0.21	0.03
Niacina (mg)	0.20	1.89	0.16
Piridoxina (mg)	0.03	0.21	0.02
Ácido Fólico (µg)	8.84	1.70	2.55
Cobalamina (µg)	0.16	0.01	0.01

Se muestra la concentración en 2 onzas de preparación recomendadas dentro del recetario.

Se observó que la Sopa de avena fue la que mayor cantidad de energía obtuvo debido a la presencia de 50 g de mantequilla para su preparación, con un total de 734 kcal por cada 100 g, y en segundo lugar el Budín de avena, debido a la presencia de nuez con 712 kcal por cada 100 g (Tabla 3). Por otro lado, se observa que

la cantidad de colesterol aportada por las yemas de huevo dentro de las preparaciones es de 1602 mg por cada 100 g, lo que supera la recomendación de 300 mg (Scherr y Pinto, 2009; Arriola-Peñaloza, 2011), dado que se utilizaron 25 g en de la preparación que equivalen a 400 mg de colesterol (Tabla 3).

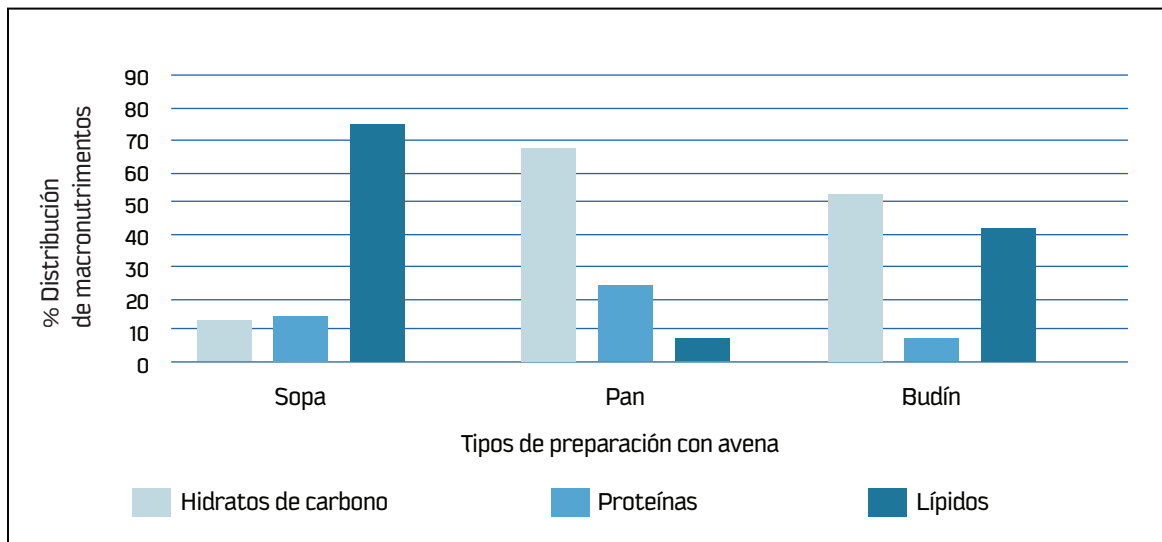


Figura 1. Distribución de macronutrientos de las preparaciones con avena del *Recetario de cocina Excélsior* 1943.

En la Figura 1 se muestra la distribución de las preparaciones, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), recomiendan un consumo de 10-15% de proteínas, 20-30% de grasas y 60-65% de hidratos de carbono aproximadamente, a lo largo del día. Por lo que se tendría que valorar el consumo de estos productos para cumplir las recomendaciones nutrimentales.

Consideraciones finales

Por todo lo expuesto, se puede afirmar que se le puede agregar información reciente de la composición y efectos de la avena al anuncio de *Quaker Oats* en el recetario de 1943, ya que el efecto es resultado del tipo de preparación, al utilizarse yemas de huevo, nuez y levadura que en conjunto con la avena aportan las características de los efectos que menciona el anuncio.

En esta perspectiva, también debe recordarse que el trabajo del Dr. Miranda, primer director del Instituto Nacional de Nutrición y pionero en la constitución de las bases de la investigación en la nutrición en México, el cual contribuyó a la difusión de información al público sobre el presente tema, y así, tal como sucedió con el anuncio de *Quaker Oats*, los medios de comunicación en esa

época fueron vehículos fundamentales para informar a la sociedad en torno a las características nutricionales de los alimentos, así como de la presencia y funciones de los nutrimentos que éstos poseían, por ejemplo, el hierro y la tiamina, protagonistas de este anuncio publicitario.

Por último, este trabajo de investigación muestra toda la información nutrimental de las preparaciones con avena contenidas en el *Recetario de cocina Excélsior*, la cual resulta útil para conocer las tendencias alimentarias de la época, la educación nutricional que el consumidor de *Quaker Oats* recibía con relación a la avena y con base en ello, los fundamentos del cuidado en la alimentación de las familias mexicanas en 1943 en el rubro de los alimentos funcionales. No obstante, es necesario abordar la temática en torno a la avena, sobre todo en cuanto a su consumo en México, de manera más amplia, en posteriores trabajos.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de Imelda Elvira Román Arriaga y Cynthia Andrea Mendoza Luna, ayudantes de investigador, estudiantes de la Licenciatura en Gastronomía de la Facultad de Filosofía de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar S. (2009). La mesa está servida: comida y vida cotidiana en el México de mediados de siglo XX, *Hib. Revista de Historia Iberoamericana*. 2(2), 52-85.
- Ahmad, M., Gul-Zaffar, D. y Habib, M. (2014). A Review on Oat (*Avena Sativa* L.) as a dual-purpose crop. *Scientific Research and Essays*, 9(4), 52-59.
- Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1994). *La producción de avena en México. Claridades Agropecuarias*. 14; 4-13.
- Arriola-Peñalzo MA. (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas 2012-12-27. México.
- Bradley W.B., Beath O.A., Eppson H.F. (1939). Oat Hay Poisoning. *Science*. 89(2312), 365-368.
- Chávez A. y Muñoz M. (2014). Tablas de Uso Práctico de los Alimentos de Mayor Consumo. *Editorial McGraw-Hill*; 3era Edición; 420 p. ISBN: 9786071509697.
- Du B., Meenu M., Liu H., Xu B. (2019). A Concise Review on the Molecular Structure and Function Relationship of β -Glucan. *International Journal Molecule Science*. 20(16), 4032-4050.
- El Nacional*, "El país cuenta con un nuevo instituto", 04/01/1943, p. 1, 1ª sección.
- Excélsior*. (1943). "Avena Quaker Oats", 03/12/1943, p. 21, 1ª sección.
- Excélsior*. (1943). "Una delicia...con vitaminas", 03/12/1943, p. 3, 2ª sección.
- Excélsior*. (1943). "Vita B", 03/12/1943, p. 11, 1ª sección.
- Fagerlund A, Sunnerheim K, Dimberg LH. (2009). Radical-scavenging and antioxidant activity of avenanthramides. *Food Chemistry*. 113: 550-556.
- FAO. (1997). Directrices Para El Uso De Declaraciones Nutricionales. USA.
- Hoffman, L. y Livezey, J. (1987). *The U.S. Oats Industry*. Washington: U.S. Department of Agriculture.
- Ishihara A, Kojima K, Fujita T, Yamamoto Y, Nakajima H. (2014) New series of avenanthramides in oat seed, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 78:12, 1975-1983, DOI: 10.1080/09168451.2014.946390
- Kim H.J. y White P.J. (2010). In vitro bile-acid binding and fermentation of high, medium, and low molecular weight β -glucan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58, 628-634.
- Kim H.J. y White P.J. (2011). Optimizing the molecular weight of oat β -glucan for in vitro bile acid binding and fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59, 10322-10328.
- Mariscal-Amaro L, Huerta-Espino J, Villaseñor-Mir H, Leyva-Mir S, Sandoval-Islas J, Benítez-Riquelme I. (2009). Genetics of resistance to stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *Avenae*) in three genotypes of oat (*Avena sativa* L.). *Agrociencia*. 43: 869-879.
- Minor A. y Vargas J. (2015). La incursión del científico diplomático en el siglo XX. *Revista Digital Universitaria*. 16(4), 1-16.
- Ortiz-Robledo F, Villanueva-Fierro I, Oomah BD, Lares-Asef I, Proal-Nájera JB, Nívar-Chaidez JJ. (2013). Avenanthramides and nutritional components of four Mexican oat (*Avena sativa* L.) varieties. *Agrociencia*, 47(3), 225-232.
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A. y Unnikrishnan, V. (2013). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods -a review. *Journal of Food Science and Technology -Mysore*. 52. 10.1007/s13197-013-1072-1.
- Scherri C. y Pinto-Ribeiro J. (2009). Colesterol y grasas en alimentos brasileños: implicaciones en la prevención de la aterosclerosis. *Archivos Brasileños de Cardiología*. 92(3), 184-189.
- Secretaría de Industria y Comercio (1959). *Censos agropecuarios 1930, 1940 y 1950*. México: Dirección General de Estadística.
- Soycan G., Schär M.Y., Kristek A., Boberska J., Alsharif S.N.S., Corona G., Shewry P.R., Spencer J.P.E. (2019). Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: Are oats an important polyphenol source for consumers? *Food Chemistry X*. 4(3), 100047.
- Surface F.M. (1916). Studies on Oat Breeding. III. on the Inheritance of Certain Glume Characters in the Cross AVENA FATUAXA. SATIVA Var. Kherson. *Genetics*. 1(3), 252-286.
- Walker I.C. (1917). Study V: Studies on the Sensitization of Patients with Bronchial Asthma to the different Proteins in Wheat and to the Whole Protein of Wheat, Corn, Rice, Barley, Rye, and Oat. *The Journal of Medical Research*. 35(3), 509-513.
- Winkler, L., Murphy, K. y Jones, S. (2016). The history of oats in western Washington and the evolution of regionality in agriculture. *Journal of Rural Studies*, 47(A), 231-241.
- Wise ML, Sreenath HK, Skadsen RW, Kaeppler HF. (2009). Biosynthesis of avenanthramides in suspension cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 97: 81-90.
- Pizarro C, Sebastián, Ronco M, Ana María, & Gotteland R, Martín. (2014). β -glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios en la salud β -glucans: what types exist and what are their health benefits?. *Revista chilena de nutrición*, 41(4), 439-446. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182014000400014>
- Sang S, Chu Y. (2017). Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Mol Nutr Food Res*; 61(7).



SOCIOLOGÍA DE LA OBESIDAD: UNA PERSPECTIVA DESDE LOS NUTRIÓLOGOS EN FORMACIÓN DE UNIVERSIDADES PARTICULARES

NUTRITIONAL SOCIOLOGY OF OBESITY: A PERSPECTIVE FROM NUTRITIONISTS IN FORMATION FROM PRIVATE UNIVERSITIES

Ruiz -Cerrillo Salvador ^{1*}, Cervantes -Rea Norma Alicia ²

¹ Universidad de la Salle, Bajío

² Universidad del Valle de Atemajac, Campus León

* Autor de correspondencia, correo: sruizsalle@gmail.com

Resumen

Se analizó la percepción socio-alimentaria de la obesidad en alumnos de licenciatura en nutrición de universidades particulares en la zona Bajío. Trata de un estudio de tipo cualitativo en el que se encuestaron a 80 estudiantes, se diseñó un cuestionario auto-aplicado con preguntas de tipo abiertas. Se generaron categorías centrales y subcategorías, la categoría con mayor significancia numérica en cuanto a la cantidad de citas fue la imagen corporal del Nutriólogo, y la de menor fue el Nutriólogo como actor social. A manera de conclusión, los estudiantes asociaron a la obesidad con una etiología multicausal relacionada principalmente con: malos hábitos alimentarios, factores emocionales, herencia y régimen alimentario, así mismo, los participantes realizan restricciones energéticas frecuentes como estrategia de control de peso y construcción de su imagen corporal.

Palabras claves: *nutrición, nutriólogos, obesidad, sociología.*

Abstract

It was analyzed the socio-nutritional perception of obesity in Nutrition bachelor students from private universities at Bajío zone. 80 students were surveyed, an opened-question auto applied questionnaire was designed. Central categories and subcategories were created, the category with the most numerical significance according to the number of quotations was The body image of the Nutritionist, and the lowest was Nutritionist as a social actor. As a conclusion manner, students associated obesity with an etiology related mainly with: wrong food habits, emotional factors, inheritance and food regime, also, the participants frequently do energetic restrictions as a control of weight strategy and their body image construction.

Keywords: *sociology, obesity, nutrition, nutritionists.*

1. Introducción

En México la obesidad y el sobrepeso son entidades clínicas que han ido en incremento en los últimos años, esto conlleva una serie de ajustes al contexto de la salud pública y las estrategias para la promoción de la salud y prevención de comorbilidades (ENSANUT MC, 2016). El abordaje integral de la obesidad requiere de la comprensión no sólo biológica y metabólica sino también un entendimiento desde la construcción y práctica social a nivel individual y colectivo, pues de esta manera se podrán reconfigurar los modelos sociales que intervienen en el proceso salud-enfermedad, y secundariamente contribuir al diseño de estrategias con mayor impacto desde lo singular y lo colectivo (García, Rodríguez y Vázquez, 2017). De acuerdo al actual estado del conocimiento, son escasas las perspectivas y metodologías cualitativas empleadas para el estudio y comprensión de la obesidad, como fenómeno social (Cruz, Tuñón, Villaseñor, Álvarez y Nigh, 2013). Existen dos razones principales por las cuales los fenómenos alimentarios han sido poco abordados desde la perspectiva sociológica: a) se ha considerado al fenómeno alimentario como impropio de las ciencias sociales, ya que es estudiado primordialmente por las ciencias médicas (Mennel, Murcot y Van Oterloo, 1992) y b) históricamente la nutrición ha sido estudiada por la antropología social y cultural, la economía y subdisciplinas de la sociología, tal como la sociología rural (Germov y Williams, 2008).

Actualmente existen una gran cantidad de estudiantes matriculados en planes de estudio de nutrición (ANUIES, 2018), esta situación ha permitido la configuración de profesionales de la alimentación y la nutrición con visiones, formaciones y proyecciones muy diversas. La prevención y el tratamiento de la obesidad están determinados por: diversos protocolos, normativas nacionales e internacionales, guías de práctica clínica basadas en niveles de evidencia y grados de recomendación, entre otros. De esta manera resulta relevante indagar sobre los modelos socio-clínicos que se construyen en torno a la obesidad en uno de los países con mayor índice de obesidad y sobrepeso del mundo, como es el caso de México.

Desde hace décadas existe un debate entre el uso y alcance del término Sociología en el fenómeno alimentario, dando lugar a propuestas como: Sociología de la Alimentación, Sociología Nutricional y Sociología

de la obesidad, estas propuestas poseen implicaciones semánticas y epistemológicas que están determinadas por los pocos estudios Sociológicos realizados respecto al fenómeno alimentario (Ailhaud, Beck, Bougnères, Charles, Frelut, Martionowsky *et al.*, 2000).

Por una parte, la Sociología Nutricional (SN) se define como la aplicación de teorías Sociológicas y métodos para el estudio y la influencia de patrones y hábitos alimentarios, así como la nutrición propiamente (Sobal, 1997). El concepto de Sociología de la Alimentación (SA) puede ser definida como el estudio de las dimensiones sociales de la alimentación y sus funciones de estructuración social; así mismo, como la participación de la alimentación en el estudio de interacciones entre lo biológico y lo cultural (Poulain, 2002). La Sociología de la Obesidad tiene por objeto de estudio: la transformación de representaciones sociales sobre la gordura y la grasa, las presuposiciones del discurso médico y clínico de la obesidad y las apuestas de una política en salud pública (Ailhaud, *et al.*, 2000).

Para efectos de esta investigación se empleará el término Sociología de la Obesidad, el cual permite articular los modelos epistémicos, antropológicos y sociales en torno al discurso clínico de los estudiantes de licenciatura en nutrición, analizando de esta manera sus representaciones y construcciones sociales en torno al fenómeno global de la obesidad, tomando como base el *curriculum* de las diferentes universidades.

En el caso de los estudiantes y profesionales de la nutrición, el campo de la Sociología de la Obesidad ha sido poco investigado, pues la carencia de la mirada social de la enfermedad dentro de la nutrición proviene desde el enfoque curricular de los actuales planes de estudio, ya que se le ha conferido una mayor importancia a la mirada clínica, deportiva, y administrativa y en menor medida a la comunitaria, al menos ese ha sido el caso de México y algunos países de América Latina (Crocker, Hunot, Moreno, López, y González, 2012)

De acuerdo a la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior) existen un total de 251 Instituciones de Educación Superior que ofertan programas relacionados a la Nutrición (Nutrición propiamente, Administración en Nutrición, Educación Física y Nutrición Deportiva, Gastronomía y Nutrición, Nutrición Humana, Nutriología, Nutrición y Bienestar

Integral, entre otros]. Actualmente hay un total de 59,392 estudiantes de nutrición en México de los cuales el 76% son mujeres y el resto hombres, extrapolando las cifras anteriores a la población en atención, existe 1 estudiante de nutrición por cada 1000 habitantes con sobrepeso y obesidad lo cual disminuye la capacidad profesional de atención a la comunidad (ANUIES, 2018; INEGI, 2015; AMMFEN, 2017; CONCAPREN, 2018)

La comprensión holística e integral de las entidades patológicas, como la obesidad, es importante para un mejor abordaje clínico, pues el reconocimiento de las personas con obesidad o sobrepeso conlleva una mejor aprehensión del hecho o fenómeno clínico, reconociendo entonces sus implicaciones sociales y culturales (Gracia, 2012). Es así como surge la presente investigación la cual pretende dar una visión social sobre las percepciones colectivas de la obesidad de los futuros profesionistas de la alimentación y nutrición, tratando de esta manera de reconfigurar su presencia dentro del tratamiento de la entidad patológica. El objetivo del presente estudio fue analizar la percepción socio-nutricional de la obesidad en estudiantes de licenciatura en nutrición. A partir de la presente investigación se propone lograr un mejor acercamiento de la Nutrición desde la Sociología, así como el conjunto de prácticas y estrategias inquisitivas sobre el razonamiento clínico que conlleva una prescripción nutricional sobre el fenómeno de la obesidad.

Se establecieron como preguntas de investigación las siguientes: ¿Cuál es la percepción de los estudiantes de licenciatura en nutrición sobre la obesidad, grasa corporal e imagen corporal? ¿Cómo se vincula la formación del profesional en la alimentación y la nutrición con su percepción sobre la obesidad? ¿Cómo es el acercamiento socio-clínico de la obesidad para los estudiantes de la licenciatura en nutrición? A manera de supuesto hipotético, los participantes conciben a la obesidad como una patología caracterizada primordialmente por el aumento de grasa corporal, también estigmatizan a la obesidad a través de la construcción de su imagen como respuesta a un modelo social de delgadez-éxito.

Finalmente, se espera que la percepción de la obesidad permita mejorar el acercamiento y aplicación de la Sociología hacia el fenómeno de la obesidad en México con un carácter más antropológico y cultural, pues la formación de un talento humano en salud, con una visión

más amplia, podría mejorar, con cierta pretensión, el abordaje y tratamiento nutricional de los pacientes.

1.1. Los paradigmas de los campos disciplinares de la Nutrición en México

De acuerdo a una investigación realizada por Crocker et al. (2012), en México el área de formación dominante en el campo de la Nutrición es la clínico biológica, con un promedio de 51.93% de los créditos y las áreas disciplinares administrativo-económicas y metodológico-instrumentales con 17.30% y 13.18%, respectivamente, lo que hace inferir que la formación del nutriólogo en México es clínica, biológica e instrumental; también se pudo concluir que es marginal en cuanto a la formación epidemiológica, filosófico-social y psicológica en todos los planes analizados. A nivel de América Latina, la tendencia de formación dominante también tiende a ser clínica, principalmente en los países de Brasil y Argentina; otro enfoque importante son las áreas de Alimentación Poblacional y el área de Administración de Servicios de Alimentos.

En América y Europa los paradigmas clínico-biológico y multicausal conforman una hegemonía en la formación de nutriólogos; sin embargo, existen universidades que emplean proyectos curriculares sustentados en paradigmas económico-políticos y socioculturales sustentados en epistemologías interpretativas y socio-críticas (Crocker et al., 2012).

1.2. El ambiente obesogénico de México

La consolidación y legitimación del ambiente *obesogénico* en el país, obedece a una serie de iniciativas por parte de diversas instituciones y aparatos sociales: tales como el Estado, la industria alimentaria y la educación nutricional (Martínez, 2017), la articulación de políticas en salud alimentaria, como por ejemplo, el deficiente sistema de etiquetado de alimentos aunado a la poca educación nutricional que se imparte desde el *currículum* de los programas educativos federales y en última instancia, la industria como imperio de la modernidad alimentaria (Kaufer, Tolentino, Jáuregui, Sánchez, Bourges, 2018).

Por una parte, el Estado participa de manera directa a través de legislaciones y normatividades en torno a la venta de productos, manejo de los mismos y seguridad alimentaria, ésta última desligada a la realidad

de los ambientes obesogénicos, pues el concepto se anula debido al modelo neoliberal dominante de las sociedades capitalistas, donde la formación de tejidos sociales y vulnerables fomentan el incremento del fenómeno de obesidad en los distintos grupos etarios (ENDRM, 2016), por otro lado el costo de un patrón alimentario adecuado para la prevención del sobrepeso y la obesidad pudiera ser costoso, principalmente en los grupos vulnerables, en los cuales la accesibilidad como característica de la dieta correcta o recomendable ha disminuido en los últimos años con los precios de la denominada *canasta básica* optando por alimentos con alta densidad energética y menor costo (Wiggins y Keats, 2015). Es así entonces como la mayor parte de las familias alimentan a sus integrantes mediante la alta ingesta de azúcares simples y grasas (OPS, 2015).

Existen aproximaciones cualitativas de la obesidad desde la Sociología, tales como las representaciones sociales, las cuales han sido investigadas como una aplicación antropológica más hacia el fenómeno, dentro de estos reportes se asocia la obesidad con problemas a nivel individual (malos hábitos, falta de ejercicio, comer comida chatarra, y falta de voluntad) (Quintero, Villarroel, Pargas, Bastardo, Angarita, Rivas et al., 2016). Algunos autores plantean la necesidad urgente de aumentar las investigaciones cualitativas de obesidad y sobrepeso haciendo uso de la etnografía, la teoría fundamentada, el análisis fenomenológico y el análisis del discurso (Angulo, 2014)

2. Materiales y métodos

2.1. Diseño de la Investigación

La presente investigación trata de un estudio de tipo cualitativo, transversal, fenomenológico, y prospectivo.

2.2. Diseño de la muestra

Se empleó una muestra no probabilística, no intencionada, en la que participaron 80 estudiantes de Licenciatura en Nutrición de 4 Universidades Particulares de la Zona Bajío, tres de los programas eran en modalidad escolarizada es decir acuden a clase de lunes a viernes y uno en semi-escolarizada, sólo asisten los días sábados. El nivel socioeconómico de los alumnos fue desconocido, sin embargo se reportaron los siguientes datos por parte de

los profesores aplicadores: las cuotas mensuales de pago de colegiatura se encontraban en un rango de 2,000 a 9,000 pesos Mexicanos, algunos de los alumnos pagan renta y manutención mensualmente, con costo aproximado de 2 a 5 mil pesos por semana, 40 de los alumnos son foráneos, es decir, no radican en la ciudad sede donde se imparte la licenciatura, y tienen que trasladarse todos los días o fines de semana. El número de alumnos por cuatrimestre se muestra en la Tabla 1, el 75% de los participantes pertenecían al sexo femenino mientras que el otro 25% al masculino, el rango de edad fue de los 18 a los 24 años, los participantes cursaban el primero, cuarto, séptimo, noveno y décimo cuatrimestre durante el periodo de septiembre-diciembre 2018.

Tabla 1. Distribución de alumnos de acuerdo al cuatrimestre 12

Cuatrimestre	Número de alumnos
Primero	15
Cuarto	12
Séptimo	30
Noveno	16
Décimo	7

los profesores aplicadores: las cuotas mensuales de pago de colegiatura se encontraban en un rango de 2,000 a 9,000 pesos Mexicanos, algunos de los alumnos pagan renta y manutención mensualmente, con costo aproximado de 2 a 5 mil pesos por semana, 40 de los alumnos son foráneos, es decir, no radican en la ciudad sede donde se imparte la licenciatura, y tienen que trasladarse todos los días o fines de semana. El número de alumnos por cuatrimestre se muestra en la Tabla 1, el 75% de los participantes pertenecían al sexo femenino mientras que el otro 25% al masculino, el rango de edad fue de los 18 a los 24 años, los participantes cursaban el primero, cuarto, séptimo, noveno y décimo cuatrimestre durante el periodo de septiembre-diciembre 2018.

2.3. Instrumento

Se empleó un cuestionario de diseño propio de tipo auto-aplicado con 9 preguntas abiertas, las cuales evaluaron 9 categorías centrales: el nutriólogo como actor social, adiposidad, abordaje clínico, imagen corporal, atención nutricional, ambiente obesogénico, significado del peso corporal, motivación para el descenso de peso, y

control energético; a su vez cada categoría fue dividida en subcategorías, la definición operacional de las categorías centrales es mostrada en la Tabla 2. El diseño del instrumento se llevó a cabo mediante la siguiente ruta: primeramente se solicitó la opinión de 5 expertos en el tema (1 Psicólogo, 1 Gastrónomo, 3 Nutriólogos), los cuales tenían de 7 a 30 años de experiencia clínica en manejo de obesidad (Nutricio y Psicoterapéutico), en preparación de alimentos, además eran docentes de las Universidades participantes, 3 de ellos cuentan con grado de Maestría (Educación, Docencia

y Nutrición Clínica) y 2 con Doctorado (Ciencias Médicas y Pedagogía). En un segundo momento, se llevó a cabo un focus group con los expertos, cuyo objetivo era analizar la práctica clínica de los estudiantes de nutrición específicamente en el área de obesidad, la reunión tuvo una duración aproximada de 3 horas. Durante el desarrollo de la sesión se explicó primeramente el objetivo de la investigación, posterior a esto, los expertos respondieron una serie de 15 preguntas guía, las cuales formaron la base teórico-práctica para la elaboración del cuestionario.

Tabla 2. Características del Cuestionario empleado para la recolección de datos.

Nº de pregunta	Texto de la pregunta	Categoría que evalúa	Subcategorías que se evalúan	Definición operacional
1	¿Cuál consideras que debe ser tu papel como nutriólogo sobre el tratamiento de la obesidad?	El Nutriólogo como actor social	Epistemología del fenómeno alimentario	Posicionamiento del nutriólogo como tratante así como sus funciones y competencias profesionales para el tratamiento específico de la obesidad.
			Cosmovisión del nutriólogo	Premisas, construcciones de interpretación y percepción del entorno a través de su campo cultural y cognitivo.
2	Para ti, ¿Que es la grasa corporal?	Adiposidad	Distribución de grasa	Significado y dimensión del cuerpo y grasa corporal.
			Grasa Corporal	
3	¿Qué tipo de preguntas, o cómo realizarías el abordaje de un paciente con obesidad?	Abordaje clínico	Anamnesis	Estrategia inquisitiva para el diagnóstico y evaluación del estado nutricional, así mismo, el tipo de relaciones construidas en el proceso terapéutico.
			Interrogatorio	
			Exploración Física	
4	¿Qué tan importante es para ti la imagen corporal?	Imagen corporal del nutriólogo	Figura corporal	Percepción, representación y significado de la figura corporal; así mismo, la identificación de los elementos que intervienen en la construcción.
			Elementos de la configuración corpórea.	

5	¿Cuál es la finalidad de una consulta en un paciente con obesidad?	Atención nutriólogica	Alianza terapéutica	Estrategia de relación o empatía hacia el paciente, así como el posicionamiento de cada actor social dentro del proceso de razonamiento clínico.
			Adherencia al tratamiento	
			Pronóstico clínico	
			Rapport	
6	¿La obesidad es una enfermedad, o un problema social? ¿Por qué?	Ambiente obesigénico	Fisiopatología de la obesidad	Suma de las influencias que los entornos, las oportunidades, o circunstancias de la vida, tienen para promover obesidad en individuos o la sociedad
			Disfuncionalidad social de la obesidad	
7	¿Por qué una persona sube de peso?	Significado del peso corporal	Kilos totales de peso corporal	Apreciación de los sistemas psicobiológicos que promueven el aumento de masa corporal.
			Masa Corporal	
8	¿Qué debe de hacer alguien para motivarse a perder peso?	Motivación para el descenso de peso	Empoderamiento del paciente	Proceso conductual complejo que es encausado para el logro de diversas metas.
			Activación	
			Direccionalidad	
			Intensidad	
9	¿Tú cuentas calorías? ¿Por qué?	Control energético	Restricción cognitiva	Medida o nivel de restricción de la ingesta de manera consciente con algún objetivo específico
			Motivación personal para la restricción	

Las preguntas guía solicitaban información específica a los expertos, algunas de ellas fueron: ¿Cómo es la apreciación terapéutica de los estudiantes de nutrición hacia las personas con Obesidad? ¿Qué características dieto-terapéuticas son relevantes para una intervención ética y profesional por parte de los nutriólogos en formación? ¿Cómo influye la psique de los alumnos en la atención hacia los pacientes con obesidad? En una tercera etapa, y una vez recolectada la información, se triangularon los datos obtenidos con estudios similares realizados a nivel nacional e internacional; así mismo, se realizó una lógica de estudios empíricos con apoyo de buscadores especializados (Redalyc, Scielo, Google Académico, Hinari, PubMed, etc). Posteriormente a la triangulación de estudios empíricos, datos obtenidos en *focus group* y metodologías, se elaboró el instrumento principal, obteniendo así 9 ítems en total. Para brindar credibilidad a la información obtenida,

se emplearon 4 propuestas de criterio para la investigación cualitativa de Lincoln y Guba (1985): credibilidad (como análoga de la validez interna), transferibilidad (como análoga de validez externa), seriedad o *dependability* (como análoga de confiabilidad) y confirmabilidad (como análoga de objetividad). Finalmente, las respuestas obtenidas de los cuestionarios fueron codificadas mediante el software AtlasTi (versión Macintosh) y posteriormente se llevó a cabo el análisis crítico del discurso.

2.4. Procedimiento

Se aplicaron los instrumentos mediante fotocopias y con autorización previa por parte de los coordinadores de la Licenciatura y los participantes. Para la aplicación de los cuestionarios se destinó un total de 40 minutos mediante la ayuda de 3 profesores durante la hora de su clase.

Resultados

Después de realizar el registro de los datos, se codificó la evidencia literaria de los cuestionarios a través de un procesador de textos, posteriormente y mediante la ayuda del software Atlas Ti (Versión para Macintosh) se crearon citas para cada fragmento asociando cada uno a alguna categoría, subcategoría o cita textual. De esta forma se obtuvieron el número total de citas por cada código principal haciendo una lectura general del *corpus* con el objetivo de explorar el contenido emergente y su magnitud dentro de las respuestas de cada participante.

A continuación se muestra, en la Figura 1, una red semántica diseñada a través del análisis cualitativo de las categorías y subcategorías, los cuales parten del discurso de cada estudiante, el diseño se realizó con el software Atlas Ti, en dicho análisis se muestra la relación entre los códigos más representativos de cada subcategoría, es decir, las categorías centrales emergen de las preguntas principales del cuestionario y a su vez su *corpus* permite una saturación de las subcategorías mediante la lectura exhaustiva, las ideas que permiten las correlaciones fueron: es parte de, está asociado con y es causa de.

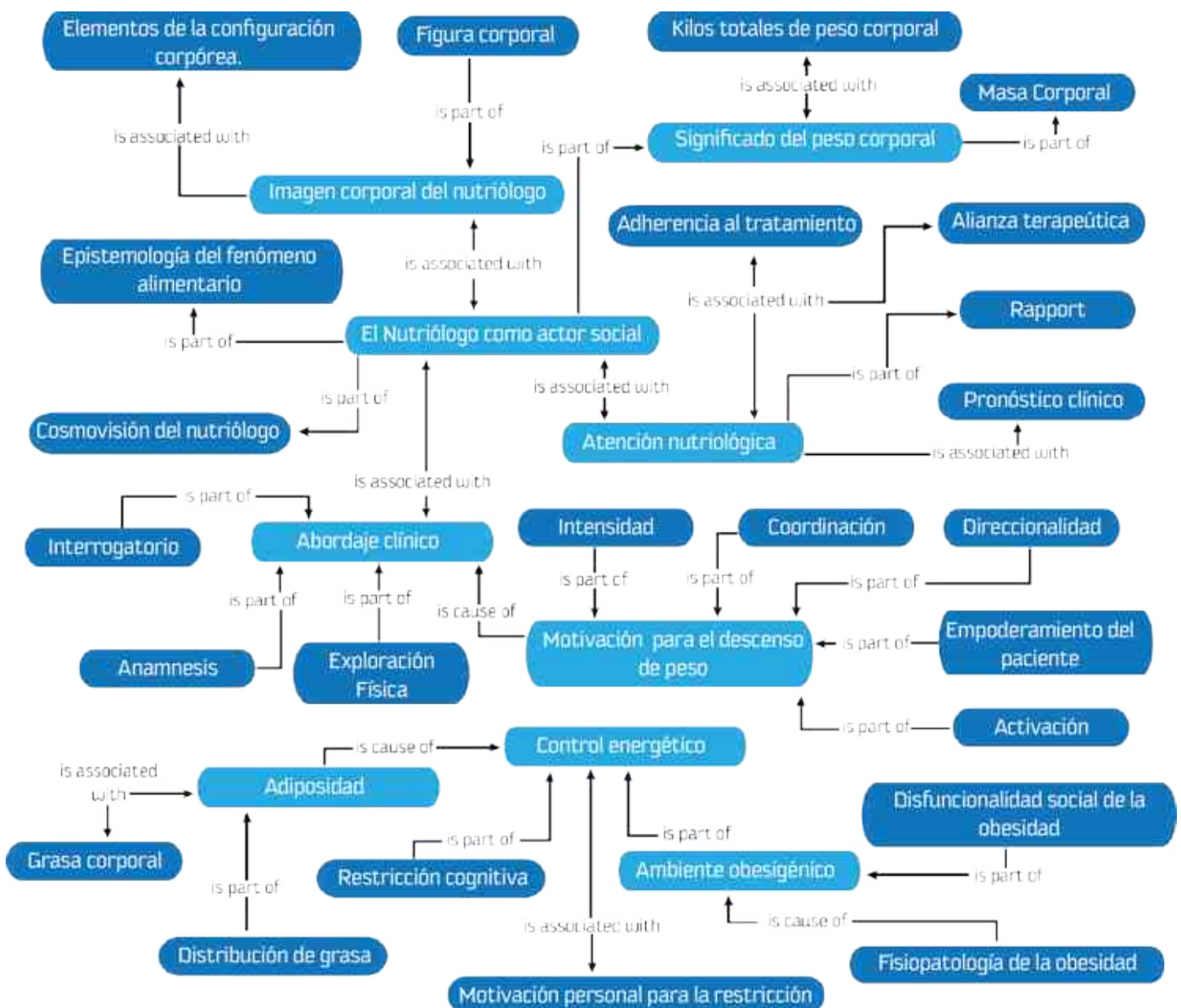


Figura 1. Red semántica de las categorías centrales y su relación con cada subcategoría

La subcategorización fue un ejercicio complejo, sin embargo fue posible obtener datos específicos y representativos para cada categoría central, se generaron un total de 9 categorías centrales de las cuales emergieron 24 subcategorías, la categoría con mayor significancia numérica en cuanto a la cantidad de citas fue *La imagen corporal del nutriólogo* en correspondencia con la pregunta 4, en comparación con la categoría del

Nutriólogo como actor social en la cual se presentó una mayor cantidad de divergencias en cuanto al análisis discursivo de los participantes, estas categorías emergen de la pregunta número uno del cuestionario, las citas literarias provenientes de los discursos son ejemplificadas en la Tabla 3; a su vez, se da una interpretación en función a la integración de los modelos proposicionales y la definición operacional establecida para cada categoría.

Tabla 3. Análisis de categorías centrales y subcategorización del discurso de los participantes. .

Categoría	Subcategorías	Categoría	Subcategorías
El nutriólogo como actor social	<ul style="list-style-type: none"> •Trabajo inter y transdisciplinario •Abordaje integral •Alianza terapéutica 	Imagen corporal del nutriólogo	<ul style="list-style-type: none"> •Es su carta de presentación. •Lógica interna entre praxis y ámbito personal
Adiposidad	<ul style="list-style-type: none"> •Conjunto de células •Almacén •Protección corporal 	Atención nutricional	<ul style="list-style-type: none"> •Bajar de peso •Disminuir grasa corporal •Prevención de complicaciones o comorbilidades asociadas a la obesidad
Abordaje clínico	<ul style="list-style-type: none"> •Historia clínico-nutricia completa •Evaluación dietética •Relación alimento-sentimiento •Actividad física 	Ambiente obesogénico	<ul style="list-style-type: none"> •Etiología multicausal •Implicaciones en la nutrición traslacional •Herencia •Prácticas sociales •Fortalecimiento del sedentarismo
Significado del peso corporal	<ul style="list-style-type: none"> •Falta de cultura física •Hiperíngesta •Herencia 	Motivación para el descenso de peso	<ul style="list-style-type: none"> •Autocuidado •Red social •Adherencia al tratamiento •Precontemplación y Contemplación del cambio del patrón alimentario
Control energético	<ul style="list-style-type: none"> •Restricción energética como práctica común en su praxis. •Control de peso constante como mecanismo de construcción corporal 		

De esta manera fue posible identificar que el rol o la posición del nutriólogo como parte del tratamiento de la obesidad puede tener muchas aristas, sin embargo, resalta la necesidad de estructurar un tratamiento integral y de generar una alianza terapéutica entre el tratante y el paciente, tal como lo expresan algunos de los participantes:

“tenemos que ser honestos y perseverantes con el paciente y juntos evitar una ganancia de peso y que se mantenga” (participante número 45)

“debemos buscar que tenga un buen apego a la dieta”

“darse el tiempo de conocer al paciente”(participante número 2)

La importancia de la imagen corporal fue importante para un 62% de los participantes, tal y como se expresó en las respuestas de la pregunta 4:

“Muy importante, como persona, mi imagen corporal habla mucho de mí, y la carrera me obliga a tener un buen cuerpo” (Participante número 50)

“Es muy importante ya que, en muchas ocasiones, de ello depende la aceptación o rechazo en grupo social” (Participante número 11)

“Como nutriólogo creo que es importante la imagen corporal, ya que le estás dando credibilidad a lo que haces...” (Participante número 23)

Estas evidencias marcan la construcción de la imagen corporal basada en la expresión del mundo profesional, la concepción que se tiene del nutriólogo desde un ambiente externo, la lógica entre el trabajo del profesional de la alimentación y su vida personal, así como la presión generada por el imaginario social en torno al nutriólogo.

La premisas anteriores se relacionaron de forma literaria con la categoría central de la pregunta 9, en la cual se concluyó que un 30% de los estudiantes de la licenciatura realiza un conteo energético o calórico con el objetivo de mantener un peso corporal en relación a la construcción de su imagen corporal, algunos reportaron la restricción calórica, otros la exclusión de alimentos específicos como los densamente energéticos o bien la lectura de etiquetas como parte de su proceso de alimentación:

“Sí, me fijo mucho en las porciones y los equivalentes de lo que ingiero todos los días”

“Sí, para no tener sobrepeso”

“Sólo llevo una dieta adaptada para mí ya que me gusta cuidarme y tener buena alimentación”

En la pregunta 6, que evalúa las prácticas sociales que contribuyen al fortalecimiento del ambiente obesogénico, se consideran dos elementos centrales: el nutri-marketing y la nutrición traslacional. El primero se asocia a estrategias de venta de productos milagro, publicidad de alimentos densamente energéticos, promociones de comida rápida, etc. Un ejemplo emana del discurso del participante 21 donde menciona lo siguiente:

“...y también al libre acceso que el gobierno mexicano brinda a empresas de comida chatarra, siendo que en otros países la misma empresa vende mejores productos” (Participante 21)

En este discurso es posible identificar varias nociones sobre la nutrición traslacional donde se ve implícita la participación del estado, el sector industrial y las estrategias de venta. Por otra parte, el participante 33, menciona lo siguiente:

“...porque no se da suficiente orientación o porque hay mucha comida rápida y la mercadotecnia de esta es mayor al de la prevención del gobierno” (Participante 33)

En esta evidencia, se habla de la importancia de la educación nutricional, y las estrategias de mercado, con una ausencia de preocupación por la salud pública. De igual manera, el participante 21 menciona nuevamente el papel del estado Mexicano como contribuidor indirecto del ambiente obesogénico.

Discusión

De una manera general se pudieron responder las preguntas iniciales de la investigación, las cuales estaban centradas en la interpretación de los constructos individuales en torno al fenómeno de la obesidad, pues se puede concluir que los estudiantes asociaron a la

obesidad con una etiología multicausal relacionada principalmente con: malos hábitos alimentarios, factores emocionales, herencia y régimen alimentario, así mismo, los participantes realizan restricciones energéticas frecuentes como estrategia de control de peso y construcción de su imagen corporal.

Actualmente existen pocas investigaciones en las cuales se aborde, de forma cualitativa, el fenómeno de la obesidad desde los estudiantes de nutrición, nutriólogos o dietistas (Angulo, 2014). Es por eso que este estudio adquiere relevancia, al exponer la importancia de la formación de profesionales de la alimentación en el tema de obesidad en México y en el mundo, pues se considera al profesional como parte sustantiva del tratamiento integral de la obesidad.

La Sociología de la Obesidad analiza los diversos factores sociales que inciden en la construcción del fenómeno socio-clínico, tal como: el cambio en la estructura urbana, los sistemas de transporte público, la automatización de sistemas de trabajo (uso de robots), la administración del tiempo libre (Rosengren y Lissner, 2008). Todos estos factores han disminuido el gasto energético de las personas, contribuyendo a un balance energético positivo, estas consideraciones fueron evocadas en el discurso de los participantes, pues en la pregunta 6 que evalúa los elementos del ambiente obesigénico, consideran al nutri-marketing y al efecto de la nutrición traslacional como principales causantes de la obesidad en México.

La percepción del nutriólogo hacia el paciente con obesidad resulta esencial para comprender los modelos de intervención clínica que le permitan una mejor adherencia y sobre todo la actitud de los nutriólogos hacia los pacientes, pues se ha concluido que estos pueden tornarse positivos (McArthur, 1995), negativos o neutros, siendo en su mayoría sentimientos negativos hacia las personas con obesidad (Harvey, Summerbell, y Kirk, 2012). Una de las estrategias propuestas, para mejorar la comprensión y mejorar la adherencia terapéutica, es a través de la educación continua (Pertuz, 2014), la supervisión de expertos en la materia y la entrevista motivacional (Stone y Werner, 2012).

Ante la modernidad alimentaria, las personas con obesidad han desarrollado prácticas sociales y culturales que no son analizadas por el profesional de la alimentación

al momento de una primera evaluación o bien al establecer un diagnóstico nutricional, esto debería ser tarea esencial para los cuerpos académicos de las diversas instituciones de educación superior que ofertan programas en nutrición. En una revisión sistemática realizada por Jung (2015), se encontraron actitudes negativas por parte de Dietistas y Nutriólogos hacia las personas con obesidad; sin embargo, resultaron ser menos frecuentes que en la población en general y otros profesionales de la salud, concluyendo que el estigma y sus consecuencias deben ser incluidas en los programas de estudio de Nutrición y Dietética.

Para los nutriólogos, la imagen corporal es un elemento sustantivo que les confiere credibilidad terapéutica ante su paciente, tal y como fue mencionado en algunos de los discursos de los estudiantes, en donde se muestra que varios realizan restricciones alimentarias y energéticas como mecanismos de control de peso, lo cual les permitirá sostener un sistema de creencias ante sus pacientes, en un estudio realizado en Argentina en estudiantes de nutrición se demostró que el 64% de los alumnos consumían alimentos dietéticos, además de que el 22% llevaba un régimen hipocalórico, el 30% presentó inconformidad con su cuerpo (Torresani, 2003), lo cual es muy similar al porcentaje obtenido en esta investigación en la pregunta número 4 sobre las subcategorías de figura corporal y elementos de la figura corpórea, esta premisa, permite aseverar que existe una relación entre la presión ejercida por el imaginario social entorno al nutriólogo y las prácticas individuales desarrolladas durante la licenciatura (Cruz, Ávila, Cortés, Vázquez y Mancilla, 2008; Torresani, 2003).

Una manera de mejorar la percepción social y cultural del fenómeno de la obesidad es a través de la integración de grupos multidisciplinarios en la formación clínica del nutriólogo, pues de alguna manera la pericia de los profesionales en el campo laboral pudieran permitir una mejor representación y un mejor modelo de atención para el paciente, no sólo desde lo orgánico y médico, sino desde lo antropológico, lo cultural y lo social (Ledderer, 2011) ya que los estudiantes se apegan generalmente a guías de práctica clínica, protocolos, posicionamientos institucionales para realizar una prescripción lo cual minimiza la visión de la relación sociológica que se construye entre el paciente con obesidad y su educación nutricional.

Las limitaciones identificadas en el presente estudio fueron: el diseño muestral, se recomienda un muestreo de tipo cuantitativo en futuras investigaciones con la finalidad de aumentar el rigor cualitativo de los resultados, la metodología cualitativa empleada puede no ser suficiente para dar un mejor soporte a la información obtenida, por lo que una metodología mixta pudiera generar un mejor modelo de análisis, la investigación se realizó en estudiantes de nutrición por lo que su habitus en el mundo laboral puede influir en los paradigmas sociales en torno a la obesidad, así mismo se discute la importancia de la replicabilidad de este tipo de investigaciones en Universidades Públicas.

Por último, se espera que el presente documento permita generar un mayor pensamiento socio-antropológico en los profesionales de la alimentación, ya que los problemas de salud pública pueden ser resueltos gracias a la innovación en los modelos de intervención, los cuales deben tener un nivel multidisciplinar que permita articular una buena intervención desde una comprensión social y cultural y no solamente desde la dimensión biológica.

Resumen curricular

Ruiz -Cerrillo Salvador. Licenciado en Nutrición, Maestro en Docencia Superior, Estudiante del Doctorado en Educación y Desarrollo Humano, líneas de investigación: innovación educativa, didáctica de las ciencias de la salud y las lenguas.

Cervantes -Rea Norma Alicia

Licenciada en Hotelería y Turismo, Maestra en Educación, 14 años de docencia a nivel licenciatura.

Referencias bibliográficas

- Ailhaud, G., Beck, B., Bougnères, P., Charles, M., Frelut, M., Martinwosky, M. (2000). *Obesité: dépistage et prévention chez l'enfant.* Institut national de la santé et de la recherche médicale. Recuperado de: <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01571949/document>
- AMECIDER-ITM. Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México (2016). Mérida.
- Angulo, R. (2014). Aproximaciones cualitativas al estudio de obesidad: nuevas contribuciones a la comprensión de la nutrición humana. *Rev. Fac. Med.* 62: 81-88
- AMMFEN. Asociación Mexicana de Miembros de Facultades y Escuelas de Nutrición (AMMFEN): Congreso Nacional de la AMMFEN: Innovación en Nutrición: Cambio de conducta y calidad de vida. (2017). Puerto Vallarta. Asociación Mexicana de Miembros de Facultades y Escuelas de Nutrición.
- ANUIES. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), (2018). Anuario Estadístico de Educación Superior.
- Chávez, E., Camacho, E., Maya, M., Márquez, O. (2012). Conductas alimentarias y sintomatología de trastornos del comportamiento alimentario en estudiantes de nutrición. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios.* 3, pp. 29-37.
- CONCAPREN, (2018). Programas educativos acreditados en Nutriología. Recuperado de: <http://www.concapren.org.mx/seccion.php?sec=4>
- Crocker, R., Hunot, C., Moreno, L., López, P., y González, M. (2012). Epistemologías y paradigmas de los campos disciplinares de la nutrición y los alimentos en la formación de nutriólogos. Análisis y propuestas para el desarrollo curricular. *Revista de Educación y Desarrollo.* 9, pp. 49-57
- Cruz R, Ávila M, Cortés M, Vázquez R., Mancilla J. (2008) Restricción alimentaria y conductas de riesgo de trastornos alimentarios en estudiantes de Nutrición. *Psicología y Salud.*18(2), pp.189-198.
- Cruz, M., Tuñón, E., Villaseñor, M., Álvarez, G, y Nigh, R. (2013). Sobrepeso y obesidad: una propuesta de abordaje desde la sociología. *Región y sociedad,* 25(57). pp.165-202
- ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino, (2016). Instituto Nacional de Salud Pública.
- García, E., Rodríguez, M., Vázquez, V. (2017). Manual de obesidades. Una oportunidad para mejorar la salud de mi paciente. Ciudad de México: Permanyer.
- Germov J. Williams, L. (2008). *A Sociology of food and Nutrition.* Nueva York. Plenum press.
- Gracia, M. (2012) La obesidad como enfermedad, la obesidad como problema social. *Rev.Fac.Med.* 54(3), pp.125-132

- Harvey E., Summerbell C., Kirk S., Hill A. (2002). Dietitians views of overweight and obese people reported management practices. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 15(5), pp.331-347.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Encuesta Intercensal. (2015) Ciudad de México.
- Jung, F., Luck, C., Wiermers, N., Riedel, S. (2015). Dietitians and Nutritionists: Stigma in the context of Obesity. A systematic Review. *PLoS One*. 10 (10). e0140276
- Kaufner, M., Tolentino, L., Jáuregui, A., Sánchez, K., Bourges H. *Et.al* (2018). Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México: una estrategia para la toma de decisiones saludables. *Revista Salud Pública de México*. 60(4). pp. 1-8.
- Ledderer, L. (2011). Understanding change in medical practice: The role of shared meaning preventive treatment. *Qualitative Health Research*. 21, pp. 27-40
- Lincoln, Y., Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Estados Unidos: Age Publications.
- Martínez, A., (2017). La consolidación del ambiente obesogénico en México. *Estudios Sociales*. 27(50), pp.1-23
- McArthur, L. (1995) Nutrition and nonnutrition majors have more favorable attitudes toward overweight people than personal overweight. *Journal of the American Dietetic Association*. 95(5), pp. 593-596
- Mennel, S., Murcot, A., y Van Oterloo, A.(1992), *The sociology of the food: eating Diet and Culture*. New York: Sage.
- OPS. Organización Panamericana de Salud (2015). Directriz: Ingesta de azúcares para adultos y niños.
- Pertuz, S. (2014). Concepciones curriculares del Programa de Nutrición y Dietética en la Universidad Nacional de Colombia (1965-2013). *Rev. Fac. Med.* 62, S101-114.
- Poulin, J. (2002). *Sociologies de l'alimentation : les mangeurs et l'espace social alimentaire*. Paris: PUF
- Quintero, Y., Villarroel, J., Pargas, L., Bastardo, G., Angarita, C., Rivas, J. et.al. (2016) La Teoría de representaciones sociales, su aplicación en los estudios de salud y enfermedad: el caso de la obesidad. *Rev. Fac. Cienc. Salud*. 3 (2), pp.138-148.
- Rosengren, A.Lissner, L.(2008). The Sociology of obesity. *Front Horm Res*. 36. pp. 260-270
- Sobal, J.(1997). Obesity and Nutritional Sociology: A model for Coping with the stigma of Obesity. *Clinical Sociology Review*. 9(1), pp.125-141.
- Stone, O., Werner, P. (2012). Israeli Dietitians Professional Stigma Attached to Obese Patients. *Qualitative Health Research*. 22(6), pp.768-776.
- Torresani, M. (2003). Conductas alimentarias y prevalencia del riesgo de padecer trastornos alimentarios en estudiantes de nutrición. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 9(1), pp. 72-82
- Wiggins, S., Keats, S. (2015). The rising cost of a healthy diet: changing relative prices of foods in high-income and emerging economies.





INVERSIÓN EN EDUCACIÓN Y COMPETENCIA EN EL MERCADO LABORAL. UN JUEGO DE CONFLICTO

SCHOOLING INVESTMENT AND COMPETITION IN THE LABOR MARKET. A GAME OF CONFLICT

Rodríguez-Arias Nadyra ^{1*}, Hirsch Julia ¹

¹ Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro.

* Autor de correspondencia, correo: nadyra.rgz.arias@gmail.com

Resumen

El objetivo es encontrar el monto óptimo de inversión en educación que debe realizar un individuo para que le permita competir en condiciones iguales a otros individuos y así conseguir un puesto en el mercado laboral. Se plantea un juego de conflicto que considera la competencia existente en el mercado laboral y la demanda limitada de capital humano. Se encuentra que: la mejor respuesta de cualquier jugador es creciente en las acciones de los rivales, cada jugador intensifica su acción en respuesta a la intensificación de las acciones de los demás jugadores; es decir, se tiene un juego de complementos estratégicos. Asimismo, se encuentra que la inversión óptima en el Equilibrio de Nash debe igualar a la utilidad y debe representar una parte del salario, ya que una inversión más alta representaría una pérdida. Este planteamiento tiene similitud con los resultados de competencia por una patente, innovación o búsqueda de rentas.

Palabras clave: *capital humano, juego de conflicto, mercado laboral.*

Clasificación JEL: *C78, D74, J23, J24.*

Abstract

The aim of this paper is to find the optimal schooling investment to obtain a paid position in the labor market. The analysis uses the approach of a conflict game that considers the existing competition in the labor market and the limited demand for human capital. It is found that the game is the strategic complements type, that is, each player intensifies his actions in response to the intensification of the other player's actions. The Nash Equilibrium is the optimal investment that equals the utility and it represents a ratio of the expected wage. If a higher investment is made, it would represent a loss. This scenario can be compared to one of a competition for a patent, innovation or rent seeking.

Keywords: *Conflict games, human capital, labor market.*
JEL Code: *C78, D74, J23, J24.*

1. Introducción

Una forma de plantear el problema de la decisión individual sobre inversión en educación formal para luego entrar a la competencia del mercado laboral, es mediante un modelo de juego de conflicto semejante al de competencia por un ascenso laboral o del tipo de competencia por una patente. Los juegos de conflicto permiten una interacción entre los jugadores donde la estrategia de cada jugador es siempre preferir que el otro jugador u otros jugadores moderen sus acciones. A diferencia de un juego de cooperación, donde cada jugador prefiere siempre que el otro jugador u otros jugadores intensifiquen sus acciones.

El concepto de conflicto va más allá de lo que se conoce como competencia, donde se compite por la utilización de recursos disponibles para consumo o producción; en el conflicto, se trata de estorbar, inhabilitar o destruir a los rivales (Hirschleifer, 1995).

Entonces, el problema observado es que la demanda de capital humano con habilidad productiva alta (Spence, 1973) es limitada e incluso es menor que la oferta, es decir, la cantidad de puestos disponibles en el mercado laboral es menor a la cantidad de individuos en busca de uno de esos puestos. Por lo tanto, los individuos deberán determinar la cantidad óptima de inversión en educación, considerando los requisitos de los empleadores, los riesgos y la incertidumbre. Para ello, se plantea un juego de conflicto en el que la decisión óptima será su mejor respuesta para llegar al Equilibrio de Nash, conseguir un puesto y maximizar su utilidad.

A continuación, se presenta el fundamento teórico. En la sección tres se encuentra el desarrollo del juego y para concluir el documento, se establecen algunas consideraciones.

2. Revisión de la literatura

Un ejemplo de lo estipulado en Hirschleifer (1989) como juego de conflicto, se toma de lo que presenta Gordon Tullock (1967, 1980) sobre la búsqueda de rentas, representado como un juego de lotería: Dos jugadores pueden comprar tantos boletos de lotería como quieran, todos los boletos son metidos en un bote y después, se saca uno de éstos, el dueño del boleto que sale, gana y la inversión realizada en los boletos no se suma al premio,

se lo queda la lotería. Esta última característica hace a un juego de lotería equivalente a la situación de búsqueda de rentas¹. Por lo tanto, la probabilidad de ganar el premio puede verse como una función de la razón de los recursos respectivos que han sido comprometidos: $P_1=A/(A+B)$, P_1 , es la probabilidad del jugador 1 de ganar la lotería cuando sólo existen dos jugadores, siendo simétrica para ambos jugadores y donde A y B son los montos invertidos en la compra de billetes de lotería por parte de cada jugador.

Pérez-Castrillo y Verdier (1992) desarrollan un modelo con una función de probabilidad similar a la utilizada por Tullock (2001). Establecen un modelo de N empresas de cierto sector industrial que buscan obtener el derecho de monopolio mediante subasta. Las rentas, objeto de la competencia, representan el premio y cada empresa realiza una apuesta (a). La probabilidad de ganar el derecho al monopolio está dada por la función utilizada por Tullock, pero considerando N jugadores queda de la siguiente manera:

(1)

$$P(a_1, \dots, a_n) = (a_i^r) / (a_i^r + \sum_{j=1}^n a_j^r)$$

Donde: $j \neq i$; $r \geq 0$, caracteriza los rendimientos a escala de la tecnología que da pie a la búsqueda de rentas; a_i es la cantidad que apuesta la empresa i en la subasta.

Sin embargo, ese cálculo de probabilidad no es la única manera de resolver juegos de conflicto, Hirschleifer (1989) propone una función de éxito en la competencia (Contest Success Function o CSF) que no viene determinada por una razón como la propuesta por Tullock (2001), sino por una función que depende de la diferencia que hay entre los compromisos de las partes en el conflicto. Dicha función permite que haya retornos crecientes hasta un cierto punto donde se igualan a los recursos comprometidos.

El juego que se presenta más adelante está basado en los trabajos de Tullock mencionados anteriormente.

En Bale y Hoppe (2001) se destaca que existen condiciones equivalentes que garantizan que una estrategia sea útil en los tipos de juegos mencionados, por lo tanto, eso permite que sus resultados obtenidos mediante juegos de búsqueda de rentas, aplique a otros juegos en los que no sólo se determine la probabilidad de

¹Ejemplos de búsqueda de rentas: la innovación, los derechos de propiedad y las patentes, los cuales, se pueden resultar en casos de monopolio.

ganar, sino que se determina el valor del premio, como en el juego de competencia por una patente. Por ejemplo, en Loury (1979) se desarrolla un modelo de equilibrio de inversión en investigación y desarrollo (R&D). En este modelo las empresas deciden su monto de inversión que maximiza sus beneficios esperados bajo condiciones de incertidumbre en cuanto a tecnología y al mercado.

Por otro lado, Dasgupta y Stiglitz (1980) encuentran que la competencia en R&D aumenta el nivel de innovación, posiblemente más allá del nivel socialmente óptimo. Con un sistema de patentes, la entrada libre de empresas al sector de la investigación y la ausencia de incertidumbre, al menos una empresa se comprometería con el sector de la investigación, pero ninguna empresa puede estar segura de ganar la patente y, por lo tanto, la entrada y la velocidad de la investigación son determinadas de forma conjunta. Además, se sugiere que aun con barreras de entrada pequeñas, se puede incurrir en un alto grado de poder de monopolio (Dasgupta y Stiglitz, 1988).

En esa misma línea, en Fudenberg et al. (1983) se analiza la competencia por una patente caracterizada por competencia intensa que degenera en un monopolio. Bajo ciertas condiciones, una empresa con una ventaja inicial arbitrariamente pequeña puede adelantarse a sus rivales. Encuentran que la primera empresa que alcance el nivel crítico de experiencia, gana. Pero el determinante principal de la competencia es la posibilidad de que una empresa que se encuentra detrás pueda cambiar de lugar con el líder actual.

En los ejemplos que se han discutido, se pueden presentar los juegos de conflicto y los juegos de cooperación. La diferencia es el ordenamiento de las estrategias de cada jugador de acuerdo a su intensidad; dicho orden se puede realizar acomodando la estrategia más moderada a la estrategia más intensa, de acuerdo a sus acciones.

A partir de ese ordenamiento, el juego se puede clasificar en complementarios estratégicos o sustitutos estratégicos. Resultan complementarios estratégicos cuando cada jugador desea intensificar su acción en respuesta a la intensificación de la actividad de los otros jugadores o de al menos alguno de ellos. Los sustitutos estratégicos se refieren a cuando cada jugador desea moderar su acción en respuesta a la intensificación de la actividad de los otros jugadores o al menos de alguno

de ellos. Respecto a esta diferenciación, en Karp et al. (2007) se estudia un juego en el que las acciones pueden ser complementarios estratégicos en algunos casos y sustitutos estratégicos en otros. En cualquiera de estos casos, el equilibrio de Nash quedará determinado por el perfil de estrategias que resulten sean punto de intersección de las curvas de reacción de los jugadores.

Hasta este momento, ya se han establecido los fundamentos de un juego de conflicto, que corresponde al que se desarrollará más adelante. Lo que sigue es puntualizar sobre el rol de la educación dentro del mercado laboral y su impacto en la actividad económica en general.

La educación, parte de la definición de capital humano, se puede estudiar desde la perspectiva de crecimiento económico y desde la perspectiva de desarrollo económico; en la primera, se analiza cómo es que influye la educación en la producción de la economía y en la segunda, se relaciona con el sentido de bienestar y calidad de vida de los hogares de una economía. Para este análisis, se considerará con mayor énfasis el primer enfoque.

El modelo de crecimiento económico de Solow (1957) presenta una función de producción que depende de dos factores principales (capital y trabajo) que, al entrar en interacción con la tecnología, provoca que la función de producción aumente y se alcance un nivel mayor de acumulación de capital físico. Por lo que, tomando el conocimiento técnico como un modo de tecnología, entonces, la educación es un aspecto esencial para el aumento en la productividad de los individuos y, por lo tanto, de la economía a través del crecimiento económico (Rojas et al., 2000). Por esto es que idealmente, para conseguir un puesto en el mercado laboral se debería invertir en educación para asegurar mayores niveles de productividad, lo que sigue es determinar cuál es esa cantidad óptima de inversión por parte de los individuos.

Es posible separar la teoría del capital humano en dos. En la primera, se acentúa la importancia de la educación como papel primordial en circunstancias de la creciente especialización. Mientras que, en la segunda, el principal factor es el de la competencia y adquirir habilidades cognitivas superiores para enfrentar situaciones complejas (Aronson, 2007). En la primera, se mantiene un argumento a favor de la relación, mayor educación mayor especialización y mayor productividad en un

escenario industrializado y global. La segunda se centra en el desarrollo de habilidades comunicativas y de relaciones sociales, para propiciar un ambiente creativo para la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Dos de los autores que plantean argumentos a favor de la primera versión son Becker (1962, 1993) y Schultz (1961), quienes concuerdan en que la rentabilidad de la inversión en educación podría calcularse de acuerdo al capital material tangible generado. Así mismo, Becker (1962) considera la perspectiva de desarrollo económico asegurando que las diferencias en la distribución del ingreso entre hogares pueden ser explicadas mediante la inversión en capital humano.

En ese mismo sentido, Tamura (1994) menciona que, aunque el modelo neoclásico de crecimiento pone énfasis en la acumulación de capital físico, como criterio a considerar dentro de la segunda versión de la teoría de capital humano, el desarrollo económico depende más de la acumulación de capital humano mediante conocimiento y habilidades. Esto se puede ver como una herramienta que los individuos pueden tener a su favor para mejorar su estatus quo.

Por lo tanto, al relacionar la inversión en capital humano con bienestar y pobreza, Aldaz-Carroll y Moran (2001) encuentran que los factores familiares o características propias del hogar (la educación de los padres) determinan en mayor medida la transmisión de la pobreza de padres a hijos que los factores del entorno económico o social. De modo que, en este sentido, se considera que la segunda versión de la teoría de capital humano pone en evidencia el peso de la educación en el entorno familiar, donde la educación puede propiciar un entorno donde se encuentre igualdad de oportunidades y se refuerce el camino de la meritocracia a través de potenciar habilidades individuales mediante la educación.

Ahora bien, se puede comparar la inversión en educación con la inversión de capital físico, tanto así que se puede calcular su rendimiento de acuerdo a las condiciones del entorno en el que se encuentre el individuo y respaldando el análisis de Mincer (1974), el cual deriva en una relación positiva entre inversión en capital humano e ingresos derivados del trabajo. Específicamente, respecto a la tasa de retorno de inversión en la educación en México, los resultados de Rojas et. al (2000) muestran que una tasa interna de retorno baja de la educación

podría hacer que los individuos con una tasa de descuento temporal alta abandonen sus estudios para buscar fuentes de ingresos en el presente.

Para terminar esta sección, se consideran importantes ambas perspectivas: la educación formal genera mejores condiciones de vida para los individuos que deciden educarse, pero también aporta productividad una vez que el individuo se encuentra en el mercado laboral, siendo por esto un requisito para asignar puestos según el nivel de especialización que requieran.

3. Desarrollo del juego

El planteamiento de este juego está basado principalmente en dos juegos de conflicto: el juego de “Competencia por una patente” y el de “Competencia por un ascenso de puesto de trabajo”, en Heifetz (2012).

Los individuos compiten por obtener un puesto laboral genérico y con un salario específico para ese puesto, que requiere de individuos calificados, es decir, se espera que tengan educación formal y se prefieren individuos con nivel alto de habilidades adquiridas. Se asume que mientras más educación formal tengan, más habilidades adquiridas tendrán, de modo que ello representa un aumento potencial en su productividad, lo cual es atractivo para el empleador en la economía. Spence (1973) define que un individuo con habilidad alta representa un efecto positivo sobre la productividad.

3.1 Supuestos

Sea E una economía con una demanda limitada de recursos humanos capacitados L^D , que desea mejorar su productividad para incrementar su crecimiento económico, donde se consideran dos periodos. En E existen n individuos (jugadores) que quieren conseguir un empleo de esta demanda existente, L^D .

Para obtener el empleo, los jugadores deben realizar una inversión en educación formal en el periodo uno, siendo X el monto máximo para invertir. Dicho monto es finito, considerando que el salario que se obtenga, una vez que se consiga el empleo, debe permitir que los jugadores recuperen, al menos, su inversión en educación. Lo anterior se puede explicar como sigue: Una estrategia demasiado agresiva, es decir, invertir el máximo, provocará que aumente la probabilidad de ganar

el empleo, pero al mismo tiempo, hay mayor probabilidad de que los beneficios netos sean cero, pues la inversión puede llegar a ser tan elevada que se puede correr el riesgo de que el jugador invierta una cantidad mayor que el salario a recibir y su utilidad sea negativa.

Los jugadores $\{i=1,2,3,\dots, n\}$ escogen simultáneamente la cantidad de inversión en educación en el primer periodo. Esta inversión en educación quedará identificada como x_i , siendo x_i la inversión realizada por el jugador i :

$$0 < x_i < X$$

Una estrategia demasiado agresiva implica que todos los jugadores inviertan el máximo, entonces, otros factores entrarían en juego para que el empleador pudiera decidir a quien otorgar el empleo, por ejemplo: la calidad de la educación recibida, la habilidad del jugador para desempeñar tareas, etc. Además, los jugadores consumen otros bienes y servicios y no pueden destinar toda su renta a la inversión en educación.

Otro supuesto es que la inversión que los individuos decidan realizar, será en educación de calidad y que el individuo que gane el empleo podrá desarrollarlo sin problema.

El empleo se asignará, en el periodo dos, al individuo que al jugar su mejor respuesta tenga la posibilidad de obtener el empleo, es decir, la estrategia que considere una inversión suficiente para ganar el empleo y conseguir la máxima utilidad posible. Derivado de ello, se pueden analizar dos posibles estrategias:

$$(2) \quad x_i \in [0, X]$$

1. Una inversión más cercana a 0, hará que el jugador i tenga una probabilidad baja de ganar el empleo y, por lo tanto, no podrá recuperar nada del monto de inversión realizada.

2. Una inversión cercana a X puede llevar al jugador i a ganar el empleo; sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, el salario podría no pagar el costo de la inversión del jugador i . Los beneficios netos podrían ser muy bajos o nulos.

Entonces, la probabilidad de que el jugador i gane L^D depende de su inversión y de la inversión que realicen los

demás jugadores.

De acuerdo a lo establecido anteriormente, la utilidad del jugador i (u_i), queda establecida de la siguiente manera:

$$(3)$$

$$u_i(x_1, \dots, x_n; w) = (w - x_i) \left(\frac{x_i}{x_i + \prod_{j=1}^n x_j} \right)$$

En la ecuación (3), la utilidad del jugador i está determinada por la razón de la inversión del jugador entre las inversiones de todos los jugadores (del jugador i y de los demás jugadores), multiplicada por los beneficios netos, es decir, el salario, que tendría si obtiene el empleo, menos la inversión $(w - x_i)$. En el segundo término se puede observar la relación entre la estrategia del jugador i y las estrategias de los demás jugadores; dicha relación determina la probabilidad de que el jugador i obtenga el empleo.

La función de utilidad se establece de esa manera por las siguientes razones: 1) se espera que el individuo gane el empleo, y que, dado el salario, el individuo pueda tener un beneficio neto positivo; para ello, es necesario restar el ingreso que recibiría en salario menos el gasto en inversión para obtener el empleo. De otra forma, los beneficios netos serían negativos porque habría una inversión mayor al salario o nulos si su inversión es tan baja que no obtiene el empleo. 2) Como ya se mencionó en el punto 1, si el primer término es positivo y se espera que $u_i \geq 0$, la única manera de que eso suceda es que el segundo término sea positivo también, además, el segundo término determina la probabilidad de que el jugador i obtenga el empleo.

3.2 Juego

Se tomará una $n=2$. De acuerdo a lo establecido, el nivel óptimo de inversión para el jugador 1 cuando el jugador 2 escoge x_2 , es su mejor respuesta, y, de hecho, ese nivel es el que maximiza u_1 de la expresión (4).

Dicho de otra manera, para encontrar el equilibrio de Nash (EN), tendríamos que encontrar la mejor respuesta de cada jugador, siendo ésta la condición de primer orden al maximizar la función de utilidad. Las funciones de utilidad cuando $n=2$ quedan de la siguiente manera, donde u_1 corresponde al jugador 1, siendo su estrategia x_1 y u_2 corresponde al jugador 2, siendo su estrategia x_2 :

$$(4)$$

$$u_1(x_1, x_2; w) = (w - x_1) \left(\frac{x_1}{x_1 + x_2} \right)$$

Por ejemplo, si se fija un salario, $w=10$, y se dan distintos valores a la estrategia del jugador 2 (x_2), se puede observar la función de utilidad del jugador 1, como se muestra en la Figura 1. Se consideran sólo los valores positivos porque son los que tienen sentido con el escenario del juego, dado que no tiene caso considerar inversiones negativas.

A medida que el jugador 2 va siendo más agresivo en su estrategia de inversión, se puede observar cómo la curva se va haciendo más plana cada vez. Este resultado refleja que se está trabajando con un juego de conflicto, en el que se tienen complementarios estratégicos dado que la función es decreciente².

Ahora, para saber qué valor de x_1 maximiza el valor de la parábola (u_1) para dado nivel de x_2 , se utilizan las expresiones (4), se calcula la condición de primer orden, y simplificando, se puede llegar a:

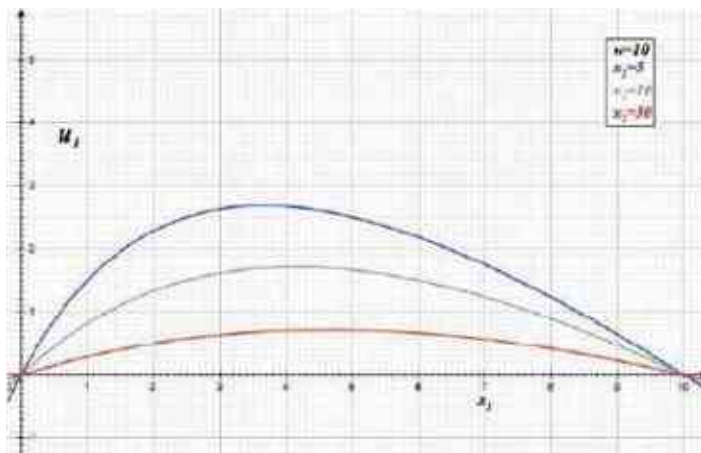


Figura 1. Función de utilidad del jugador 1. Fuente: Elaboración propia.

(5)

$$(u_1) / (x_1) = 0 : (wx_2 - x_1^2 - 2x_1x_2) / (x_1 + x_2)^2 = 0$$

$$(u_1) / (x_2) = 0 : (wx_1 - x_2^2 - 2x_1x_2) / (x_1 + x_2)^2 = 0$$

Ahora, despejando x_1 y x_2 de las expresiones en (5), quedaría de la siguiente manera:

(6)

$$x_1^* = (wx_2 + x_2^2)^{1/2} - x_2$$

$$x_2^* = (wx_1 + x_1^2)^{1/2} - x_1$$

A partir de las mejores respuestas de los dos jugadores (6), se pueden encontrar las curvas de reacción (Figura

2). La mejor respuesta del jugador 1 es una función cuyo dominio son valores de x_2 y su rango, valores de x_1 , mientras que para la función de mejor respuesta del jugador 2, su dominio son valores de x_1 y su rango son valores de x_2 .

En las curvas de reacción se aprecia que conforme aumenta la inversión del jugador 2, el nivel óptimo del jugador 1 también aumentará, aunque en menor medida. Se puede observar que por una unidad adicional de inversión del jugador 2, el jugador 1 incrementará su inversión por menos de uno. Por ejemplo, si $x_2=5$ con un $w=10$ se tendría una $x_1^* \approx 3.66$ y si $x_2=6$, entonces $x_1^* \approx 3.79$ (Figura 3). Recordando que la mejor respuesta es el máximo de la función de utilidad de cada jugador.

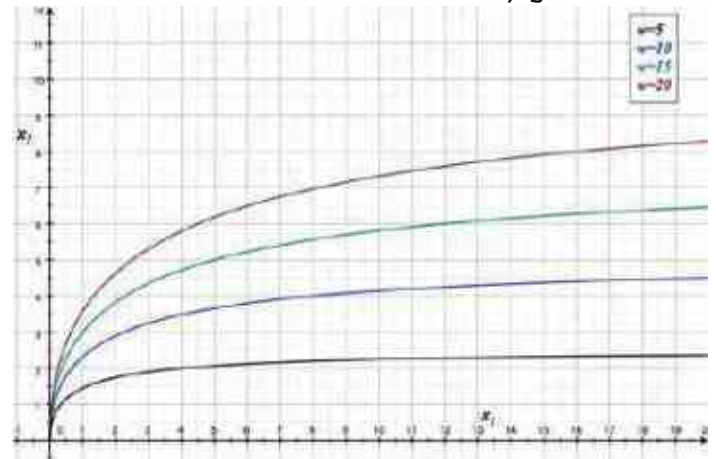


Figura 2. Curvas de reacción del jugador 1 para distintos niveles de salario (w). Fuente: Elaboración propia.

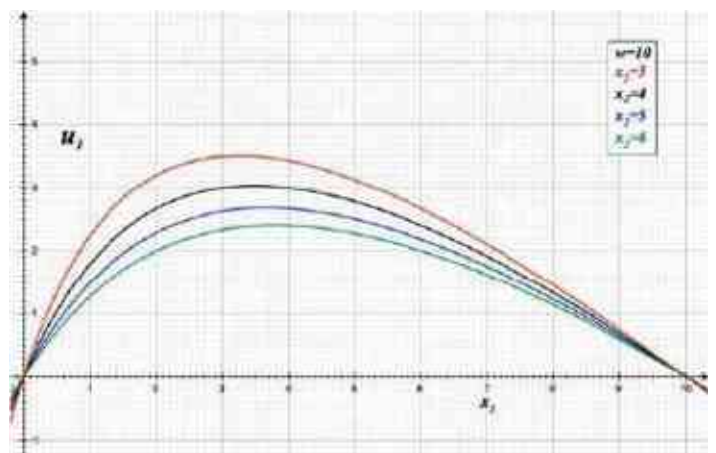


Figura 3. Función de utilidad del jugador 1 a diferentes niveles de inversión del jugador 2. Fuente: Elaboración propia.

² Dado que las funciones de utilidad son simétricas para ambos jugadores, el análisis es análogo para el jugador 2 si se graficara su función de utilidad para ciertos valores de x_1 , de hecho, se vería como la Figura 2.1.

3.3 Análisis del equilibrio de Nash

Una vez que se ha encontrado la mejor respuesta de ambos jugadores, lo que sigue es encontrar el Equilibrio de Nash (EN) con las funciones de mejor respuesta. Se sabe que en el EN la estrategia de cada jugador es la mejor respuesta a la estrategia del otro jugador.

Entonces, tomando las funciones de mejor respuesta de ambos jugadores (x_1^*, x_2^*) de las ecuaciones (6) y resolviendo el sistema de ecuaciones, considerando w como una constante, en la función de mejor respuesta del jugador 1, se sustituye la mejor respuesta del jugador 2 y de forma análoga se hace con la función de mejor respuesta del jugador 2, se llega a la siguiente solución:

$$\begin{aligned}
 x_1^* &= (wx_2^* + x_2^{(*2)})^{1/2} - x_2 \\
 x_2^* &= (wx_1^* + x_1^{(*2)})^{1/2} - x_1 \\
 [7] \quad x_1^* &= w/3; x_1^* = 0 \\
 x_2^* &= w/3; x_2^* = 0
 \end{aligned}$$

Entonces, el perfil de estrategias sería $(x_1^*, x_2^*) = (0, 0; w/3, w/3)$ Sin embargo, la estrategia que tiene sentido para este juego dados los supuestos, es: $(x_1^*, x_2^*) = (w/3, w/3)$, dado que la inversión para obtener el puesto en el mercado laboral debe ser estrictamente mayor a cero. Por lo que los beneficios de cada jugador que corresponden a ese equilibrio de Nash son:

$$\begin{aligned}
 [8] \quad u_1(x_1^*, x_2^*) &= w/3 \\
 u_2(x_1^*, x_2^*) &= w/3
 \end{aligned}$$

La intersección de las curvas de reacción de mejor respuesta de ambos jugadores se encuentra entonces en dos puntos $(0, 0; w/3, w/3)$, sin embargo, se establece que el equilibrio de Nash que tiene sentido es:

$$[9] \quad (x_1^*, x_2^*) = (0, 0; w/3, w/3)$$

Como se puede observar, independientemente de la fuerza de la estrategia de inversión, el monto máximo que les conviene invertir a ambos jugadores es razón del salario entre tres, con lo cual, la utilidad resultante es justamente una cantidad igual a la invertida.

En la Figura 4 se puede observar que a una inversión de $10/3 \approx 3.3$ del jugador 2, cuando $w=10$, la

función de utilidad del jugador 1 tiene su punto máximo en $10/3 \approx 3.3$. Es decir, en el equilibrio de Nash.

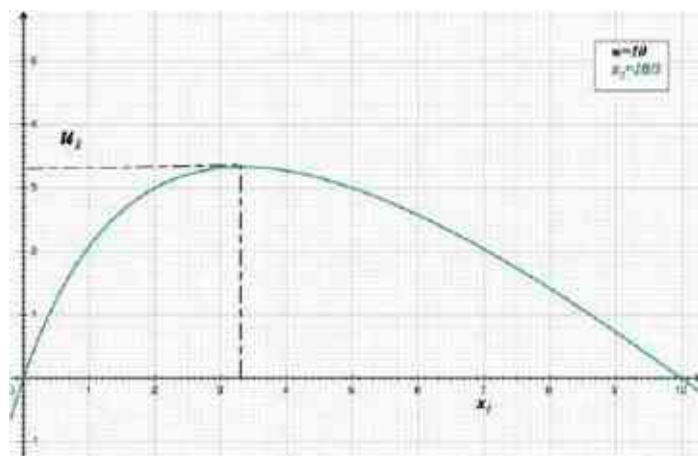


Figura 4. Función de utilidad del jugador 1 según la mejor respuesta del jugador 2. Fuente: Elaboración propia.

En ese punto, los jugadores no tienen incentivos para moverse. Por ejemplo, si el salario permanece en 10 y la estrategia del jugador 1 es $x_1=5$, mientras que la estrategia del jugador 2 sigue siendo su mejor respuesta $(x_2^*=10/3)$, la utilidad del jugador 1 resulta ser menor $(u_1=3)$ que si hubiera jugado la mejor respuesta $(u_1 \approx 3.33)$.

Previamente se discutió que no es deseable que ninguno de los jugadores invierta justo el salario, porque su utilidad sería cero, y eso puede verse directamente en la función de utilidad (4), es decir, no tendría sentido porque los beneficios son nulos.

Si invierten por debajo de su mejor respuesta, existe la posibilidad de que no obtengan el empleo, y en todo caso, su utilidad sigue siendo menor que la que obtendrían si jugaran su mejor respuesta. Por ejemplo, siguiendo con un salario igual a 10, el jugador 2 decide invertir $x_2=2$, entonces se tiene que $u_2=3$, cuando el jugador 1 invierte su cantidad óptima $(x_1^*=10/3)$.

3. Comentarios finales

La teoría de juegos estudia la interacción estratégica entre varios individuos que se enfrentan a la toma de decisiones para resolver algún problema. En esta interacción un individuo está al tanto de que sus acciones afectan a otros, así como las acciones de otros individuos lo afectan a él o ella, por lo tanto, se analiza cómo esas acciones entre individuos motivan sus decisiones para conseguir determinado resultado.

Es importante puntualizar que la teoría de juegos es una herramienta que no provee de soluciones instantáneas para el problema que se plantean, primordialmente, porque estudia el comportamiento imperfecto de los individuos, quienes de por sí, interactúan en una realidad bastante más compleja que la que se describe en los supuestos de cualquier modelo. Por lo tanto, los modelos pueden considerar solo algunos aspectos críticos del fenómeno a estudiar, y es con base en esos aspectos que se dispone a llevar a cabo un análisis bajo una hipótesis que deja fuera otras aristas.

Sin embargo, no significa que los resultados sean inválidos por no ser realistas, el análisis de estos modelos marca la pauta para comprender el complejo funcionamiento de varios mecanismos económicos, políticos, financieros, etc., y por lo tanto son útiles a la hora de diseñar dichos mecanismos. Algunos ejemplos son: incentivos para modificar la productividad en las empresas, sistemas electorales, subastas, comportamiento de las empresas en relación al establecimiento de un precio o cantidad de producción, uso de bienes públicos, etc.

En este caso, se analiza la decisión de los individuos sobre su educación considerando que desean conseguir un empleo, el problema que se resuelve es la determinación del nivel de educación óptima que les permita conseguir el puesto y que represente una utilidad para ellos. Este análisis puede ser aplicado para el mercado laboral de cualquier sector que demande recursos humanos calificados y dado que se considera que existe una demanda limitada de recursos humanos es lo que da origen a la competencia por el puesto. El modelo presentado es un caso genérico, no aplican casos específicos. En este caso, no tiene afectación alguna si existe migración o se toma una economía abierta o cerrada, el modelo no restringe el número de participantes y en caso de migración o del grado de apertura de la economía, afectaría en la cantidad demandada y ofrecida de recursos humanos, lo cual, no cambia el Equilibrio de Nash presentado porque no se incluyen parámetros que representen algún shock en el mercado laboral.

Por otro lado, dependiendo del tipo de actividad económica que se lleve a cabo en los países y tipos de empleos que existen, se requiere una educación formal básica o superior, un nivel técnico o especializado. Por ejemplo, en México, el costo de oportunidad por

educarse es alto, por lo cual, se puede optar por entrar al mercado laboral antes que educarse, sobre todo en el caso de los individuos de estratos bajos, quienes tienen la preferencia por cursar carreras técnicas de menor duración, por ejemplo, obtener un título de Técnico Superior Universitario en el cual, invertirán máximo 2 años después de la preparatoria [Villa-Lever y Flores-Crespo, 2002]. Sin embargo, esta característica tampoco es considerada dentro del modelo.

En la práctica, se observa que las condiciones de contratación no desafían a los individuos para seguir invirtiendo en educación, porque en la mayoría de las ocasiones, el sector privado prepondera la experiencia a la educación formal, así como ofrecer capacitaciones internas. Si bien es cierto que en este juego no se considera la capacitación, el objeto de este análisis es la conveniencia de educarse formalmente para luego entrar a una competencia que carece de reglas justas y claras, donde no necesariamente un individuo que se educa la misma cantidad que sus pares compiten en una igualdad de condiciones. Por ejemplo, no se consideran las redes o relaciones que tiene un individuo y eso representaría una ventaja en dicha competencia.

Finalmente, dadas las condiciones del juego que se presentó, lo más conveniente es invertir justo lo que se vaya a tener como utilidad, porque no tiene caso realizar una inversión más alta ya que se conseguiría una utilidad negativa, pero si se invierte menos, no se obtiene el empleo. Esto indica la razón por la cual invertir justo la utilidad es la mejor respuesta y representa el Equilibrio de Nash, ya que ninguno de los individuos tiene incentivos para jugar otra estrategia.

4. Extensiones sobre inversión en educación y mercado laboral.

Los siguientes planteamientos son posibles escenarios a considerar:

- Extender el análisis a un juego donde se incluya el costo de oportunidad por invertir en educación. Es decir, donde además de decidir sobre el monto de inversión en educación, se contemple una opción de inversión alternativa. Por ejemplo, considerar el beneficio de un salario si en lugar de educarse formalmente se hubiera optado por entrar al mercado laboral. Este escenario

afecta la utilidad del individuo, ya que dependiendo del salario que dejó de ganar por educarse, su utilidad puede ser menor y podrían verse tres casos: 1) No se educó lo suficiente y no le fue posible obtener el empleo cuyo salario le hubiera permitido contrarrestar el costo de oportunidad por educarse. 2) Decidió educarse más allá de lo óptimo para obtener el empleo y obtiene un puesto sub-calificado, dadas las habilidades adquiridas, por lo que tampoco se contrarresta el costo de oportunidad por educarse. 3) Si un individuo se educa para obtener un empleo, pero su habilidad de estudio es baja y el costo por estudiar es mayor para él que para los individuos que tienen habilidad alta (tomando el concepto de Spence (1973) respecto a la habilidad en la productividad en el juego de señalización de mercado laboral).

- Extender el análisis a un juego donde exista interacción entre gobierno y hogares, donde los hogares quieren aumentar su utilidad a través de la educación y el gobierno quiere aumentar su PIB a través de la relación directa entre educación y productividad, pero los hogares no tienen recursos para invertir y prefieren gastar en consumo de otros bienes. A través de un juego cooperativo. ¿Cómo incentiva el gobierno a que los hogares se eduquen para aumentar el PIB de la economía? La primera solución sería mediante apoyos de programas sociales, pero surge un problema: los hogares con capacidad baja para educarse y que prefieren seguir recibiendo apoyos de gobierno. Dicho análisis se puede realizar desde un juego de señalización, en el cual se identifiquen los hogares y se pueda calcular en qué momento a los hogares les conviene dejar de recibir apoyos del Estado para obtener una utilidad mayor después de educarse.

- En el juego presentado hay ausencia de un parámetro en la función de utilidad que determine la demanda finita de empleo. Es importante porque los individuos tomarían sus decisiones sobre la inversión en educación considerando que, si mantienen su inversión por mucho tiempo, podría no ser óptimo.

Resumen curricular

Nadyra Rodríguez-Arias

Universidad Autónoma de Querétaro. Maestra en Economía por la Universidad de Guanajuato, Candidata a Doctora en Ciencias Económico Administrativas por

la Universidad Autónoma de Querétaro. Profesora de asignatura de la de la Facultad de Contaduría y Administración.

Julia Hirsch

Profesora-Investigadora, Miembro del SNI, Nivel II, Perfil Promep de la Facultad de Contaduría y Administración. Maestra en Economía por la Eberhard-Karls-Universität en Tübingen, Alemania y Doctora en Economía por la Goethe-Universität, Frankfurt, Alemania.

Referencias bibliográficas

- Aldaz-Carroll, E. y Moran, R. (2001). Escaping the poverty trap in Latin America: the role of family factors. *Cuadernos de Economía*, 38(114), 155-190.
- Aronson, P. (2007). El retorno de la teoría del capital humano. *Fundamentos en Humanidades*, 8(16), 9-26.
- Baye, M. R. y Hoppe, H. C. (2001). The strategic equivalence of rent-seeking, innovation, and patent race games. *Games and Economic Behavior*, 44(2), 217-226.
- Becker, G. S. (1962). Investment in human capital: A theoretical analysis. *The Journal of Political Economy*, 70(5), 9-49.
- Becker, G. (1993). The Economic Way of Looking at Behavior. *Journal of Political Economy*, 101(3), 385-409.
- Dasgupta, P. y Stiglitz, J. E. (1988). Potential competition, actual competition, and economic welfare. *European Economic Review*, 32(2-3), 569-577.
- Dasgupta, P., & Stiglitz, J. (1980). Uncertainty, industrial structure, and the speed of R&D. *The Bell Journal of Economics*, 1-28.
- Dixit, A. (1987). Strategic behavior in contests. *The American Economic Review*, 77(5), 891-898.
- Fudenberg, D., Gilbert, R., Stiglitz, J. y Tirole, J. (1983). Preemption, leapfrogging and competition in patent races. *European Economic Review*, 22(1), 3-31.
- Hirshleifer, J. (1989). Conflict and rent-seeking success functions: Ratio vs. difference models of relative success. *Public Choice*, 63(2), 101-112.
- Hirshleifer, J. (1995). Theorizing about conflict. *Handbook of defense economics*, 1, 165-189.
- Heifetz, A. (2012). Game theory. *Interactive strategies*

- in Economics and Management*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Karp, L., Lee, I. H. y Mason, R. (2007). A global game with strategic substitutes and complements. *Games and Economic Behavior*, 60(1), 155-175.
- Loury, G. C. (1979). Market structure and innovation. *Quarterly Journal of Economics*, 93(3), 395-410.
- Mincer, J. (1974). Schooling and Earnings. En J. Mincer (Ed.), *Schooling, Experience, and Earnings* (41-63). EUA: National Bureau of Economic Research.
- Pérez-Castrillo, J. D. y Verdier, T. (1992). A general analysis of rent-seeking games. *Public Choice*, 73, 335-350.
- Rojas, M., Angulo, H., y Velásquez, I. (2000). Rentabilidad de la inversión en capital humano en México. *Economía mexicana. Nueva Época*, 9 (2), 113-142.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 51(1), 1-17.
- Spence, M. (1973). Job market signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355-374.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 312-320.
- Tamura, R. (1994). Fertility, human capital and the wealth of families. *Economic Theory*, 4(4), 593-603.
- Tullock, G. (2001). Efficient rent seeking. En A. A. Lockard y G. Tullock (Ed.), *Efficient Rent-Seeking* (pp. 3-16). Boston, MA., EUA: Springer.
- Villa Lever, L. y Flores Crespo, P. (2002). Las universidades tecnológicas mexicanas en el espejo de los institutos universitarios de tecnología franceses. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(14), 17-49.





PREVALENCIA DE ALTERACIONES MORFOLÓGICAS EN EL PIE DE LOS VELOCISTAS DE LA ACADEMIA DE ATLETISMO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

PREVALENCE OF MORPHOLOGICAL ALTERATIONS IN THE FOOT OF THE SPRINTERS OF THE ACADEMY OF ATHLETICS OF THE UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

Malvaez-Barrera Ursula¹, Ramírez-Piña María Beatriz¹, González-Jiménez Leslie Itzel¹, Jimenez-Martínez Sara¹, Rodríguez-Márquez Lizbeth¹, Pírez-Lindoro Miguel Ángel^{1*}.

¹ Licenciatura en Fisioterapia, Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Querétaro.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: miguel.pirez@uaq.mx

Resumen

Han sido documentadas diversas lesiones asociadas al velocista; sin embargo, no se han detallado las implicaciones crónicas que pudiera tener la práctica de esta disciplina en la estructura del pie. Un estudio describió una prevalencia del 42.8% de pie supino/cavo en atletas de velocidad, realizado con el método Hernández Corvo. El objetivo fue establecer la prevalencia de alteraciones morfológicas en el pie del velocista, en un estudio descriptivo y transversal, en el periodo de Febrero a Abril de 2019, con un muestreo no probabilístico por conveniencia, en donde se estudiaron variables antropométricas y sociodemográficas, relacionadas al entrenamiento, índice de postura podal, y el método de Hernández Corvo, para determinar los patrones morfológicos anormales. Se obtuvo, una muestra conformada por 12 velocistas jóvenes. El 100% de los participantes presentaron alguna alteración en el pie derecho, y un 92% en el pie izquierdo. Encontrando un mayor número de casos para talo valgo en la zona del retropié, ya que de los 24 pies examinados, 16 de ellos (29.09 % del total de alteraciones), fueron clasificados de esta manera, correspondiendo el 31% del total a los pies derechos y el 28% a los pies izquierdos examinados, concluyendo así, que realmente existe la presencia de alteraciones morfológicas tras un entrenamiento continuo, principalmente, el valgo de retropié y pie varo, pudiendo resultar como factores que alteren el rendimiento del atleta, si no son considerados adecuadamente en el entrenamiento.

PALABRAS CLAVE. *Alteración morfológica, velocistas, talo valgo.*

Abstract

Several injuries associated to the sprinter have been documented; however, the chronic implications of athletics practice in the structure of the foot have not been detailed. A study described a 42.8% prevalence of supine/cavus foot in speed athletes realized by Hernández Corvo's method. The objective was to establish the prevalence of morphological alterations in the sprinter's foot in a transversal descriptive study, in the period of time between february to april of 2019, with a non-probabilistic sample for a convenience population, in which, anthropometric and sociodemographic variables, sprint training related variables, foot posture index and the Hernandez Corvo's Method were considered, to identify abnormal morphological patterns in the sprinter's feet. The 12 sprinters sample revealed. 100% of the participants presented some alteration in the right foot, and 92% in the left foot. 16 feet (29.09% of total alterations) of the 24 feet examined was classify as talus valgus. 67%, of the right feet and 66.66% of the left feet inspected was classify as valgus. In conclusion, there are morphological alterations on feet with continuous training, valgo and varo mainly, that could modify the sprinters performance if they are not considered on the correct training.

KEYWORDS. *Morphological alterations, sprinters, talus valgo.*

1. Introducción

La acción de correr se remonta a la época de los primeros hombres y a su necesidad de sobrevivir, abarcando desde huir, hasta la caza para alimentarse. Por otro lado, desde las primeras culturas, han existido las competencias, ya fueran como juego, ritual o celebración. Hablando del atletismo como deporte, éste se remonta a la antigua Inglaterra; en 1837, en la universidad Eton College, donde se llevó a cabo la primera competición con sus alumnos. Un año después, en Nueva Jersey, se realizó una crónica en un periódico sobre el atletismo, siendo ésta la primera evidencia escrita de una competencia atlética. El atletismo, es la suma de especialidades agrupadas, convirtiéndose en un deporte complejo en el cual se incorporan los saltos, lanzamientos, marcha atlética, carrera y pruebas combinadas. Dentro de las especialidades se encuentra la carrera de velocidad, la cual se divide en 100m, 200m y 400m lisos, este último se considera de velocidad prolongada (Rius Sant, 2005).

Someter al cuerpo a posturas prolongadas o a movimientos repetitivos, solicita una demanda sobre determinados grupos musculares o articulaciones, lo cual puede llevar tanto a limitaciones funcionales, como a modificaciones estructurales (Berdejo del Fresno y col. 2013). Se han determinado las fases del gesto deportivo propias de la carrera de velocidad, donde el pie choca con el borde externo del metatarso para después arquear el pie aumentando la fuerza de despegue, gracias a la contracción de flexores largos y cortos de los dedos, finalizando con el contacto que realizan los dedos (Rius Sant, 2005). Por lo cual, la biomecánica del pie se ve influenciada por las características propias de la técnica. El pie, es el segmento corporal base en el sustento del movimiento humano (Berdejo del Fresno y col. 2013), y que constituye una pieza fundamental para la posición bipodal y la marcha humana, desempeñando una función tanto estática como dinámica (Viladot, 2000). Por tal motivo es importante la preservación de la estructura podal para garantizar una funcionalidad y biomecánica óptimas (Berdejo del Fresno y col. 2013).

En el ámbito profesional de la fisioterapia deportiva, se necesita partir de la detección de problemáticas en el movimiento de grupos específicos, para así poder atenderlos desde los tres niveles de prevención en salud (Prevención, atención y rehabilitación). Por tal motivo,

el objetivo del presente estudio, se enfoca en obtener mediciones en los pies de atletas que practican la carrera de velocidad, describiendo los hallazgos obtenidos y concluyendo en la prevalencia de alteraciones de esta muestra.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general:

Establecer la prevalencia de alteraciones morfológicas en el pie del velocista cuyo entrenamiento se lleve a cabo en la academia de atletismo de la UAQ.

2.2. Objetivos específicos:

Identificar patrones morfológicos anormales en el pie de los velocistas. Velocistas que no presenten ninguna etiología ya establecida y clasificar los patrones morfológicos anormales encontrados. Agrupar las alteraciones encontradas según su localización, y enumerar las alteraciones presentes.

3. Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y transversal con muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los velocistas que entrenan en la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro, en el periodo de febrero a abril del 2019. La academia cuenta con 15 velocistas, de los cuales 12 participaron, contando con los siguientes criterios de inclusión; Ser velocistas que entrenen en la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro.

- Ser mayores de 12 años y menor de 25.
- Haber firmado la carta de consentimiento informado.
- En caso de ser menor de edad, contar con la aprobación expresa de padres o tutores.

Se contó con los siguientes criterios de eliminación:

- Atletas que no firmaron el consentimiento informado o no completaron el procedimiento.
- No ser velocista.
- No pertenecer a la Academia de Atletismo de la Unidad Deportiva de la Universidad Autónoma de Querétaro.
- Tener menos de 12 años o más de 25.

Se contó con el consentimiento informado firmado por los velocistas y los tutores para los menores de edad. Todos los datos recopilados se trataron bajo estricta confidencialidad. La investigación fue aprobada por el comité de bioética de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se recopilaron los datos de frecuencia y experiencia de entrenamiento, tipo de calzado, postura del pie, pie con alteración, cánones de los dedos, alteración morfológica, tipo de alteración morfológica y número de alteraciones concomitantes.

Para la determinación de la postura y alteraciones, se utilizó el método de índice de postura podal (IPP), utilizado en investigaciones como; “La Evaluación Baropodométrica” en Olen, Bélgica, dando como resultado, que el apoyo total y las áreas de contacto del talón medial aumentan con el tiempo de carrera, al igual que las presiones debajo de la segunda cabeza metatarsiana y el talón medial (Escamilla, 2013).

El IPP se lleva a cabo con el paciente en bipedestación,

en posición estática y relajada. Con esta valoración se obtienen los valores de la posición del pie en forma estática y en los tres planos (retropié, mediopié y antepié) (Lee y col. 2015). Existen seis criterios para la realización de la medición del IPP, los cuales son:

- a) Palpación de la cabeza del astrágalo.
- b) Curvatura supra e inframaleolar lateral.
- c) Posición del calcáneo en el plano frontal.
- d) Prominencia de la región talonavicular.
- e) Congruencia del arco longitudinal interno.
- f) Abducción/aducción del antepié respecto al retropié (Keenan y col. 2007).

Los criterios que se consideren en una alineación neutra con base a la posición anatómica son graduadas como cero (0), mientras que las posturas con tendencia a pronación se gradúan en valores positivos (+1 y +2), y aquellas consideradas en supinación son ponderadas con valores en negativo (-1 y -2). La puntuación final del IPP suele ser un número entero entre -12 y +12. (Ver Figura 1) (Keenan y col. 2007).

Factor	Plano	Puntuación 1		Puntuación 1		Puntuación 1		
		Fecha _____		Fecha _____		Fecha _____		
		Comentario _____		Comentario _____		Comentario _____		
		Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]	Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]	Izquierdo [-2 a +2]	Derecho [-2 a +2]	
Retropié	Palpación de la cabeza del astrágalo	Transversal						
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal/transversal						
	Inversión/eversión del calcáneo	Frontal						
Antepié	Prominencia de la región talonavicular	Transversal						
	Congruencia del arco longitudinal interno	Sagital						
	Abducción/ aducción del antepié respecto al retropié	Transversal						
Total								

Figura 1. Hoja de recolección de datos para IPP. Fuente: Elaboración propia, traducción de Lee y col. 2015.

Malvaez-Barrera Ursula, Ramírez-Piña María Beatriz, González-Jiménez Leslie Itzel, Jimenez-Martínez Saraí, Rodríguez-Márquez Lizbeth, Pérez-Lindoro Miguel Ángel. (pp.95 -101)

Al llenar la tabla con los valores obtenidos y sumarlos, se clasificará en distintos tipos de pie: -12 a -5 pie máximamente supinado, -4 a -1 pie supinado, 0 a +5 pie normal, +6 a +9 pie pronado, +10 a +12 pie máximamente pronado.

En conjunto a este instrumento, se utilizó el protocolo de Hernández Corvo, el cual ha sido utilizado anteriormente en diversos artículos, tal es el caso de una investigación, de las características de la huella plantar de niños y niñas de la ciudad de Pamplona con el fin de identificar las posibles causas de estas variaciones y las pautas de corrección que al respecto pudieran realizarse (Bermón, 2014).

El procedimiento consiste en marcar y trazar diferentes segmentos en la huella plantar para posteriormente realizar una ecuación que otorgará el

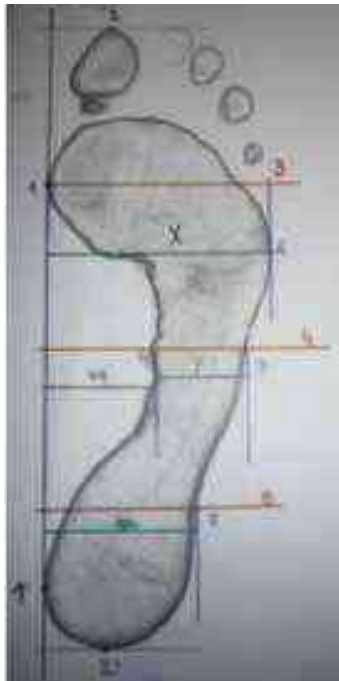


Figura 2. Trazos en la huella plantar para método Hernández Corvo. Fuente: Berdejo del Fresno y col. 2013.

Ecuación : $\%X = [X-Y] * 100/X$.

Donde X es la distancia entre la línea perpendicular interna y la externa (ancho del pie) e Y es la distancia entre las dos líneas perpendiculares interna y externa pero a nivel del primer traslado de la medida fundamental. Y se determina a partir del resultado obtenido las siguientes puntuaciones: 0-34%: Pie plano, 35-39%: Pie plano/normal, 40-54%: Pie normal, 55-59%: Pie normal/cavo, 60-74%: Pie cavo, 75-84%: Pie cavo fuerte, y 85-100%: Pie cavo extremo (Gómez y Santana, 2017).

Las alteraciones clasificadas en el presente estudio fueron: pie plano, pie cavo, talo varo y talo valgo, con los métodos anteriormente mencionados, mientras que por medio de la observación y palpación se clasificaron hallux valgus, hallux rigidus, dedos en martillo, primer metatarsiano elevado, hiperqueratosis, index plus, index minus e índice plus minus, definidas a continuación:

- *Pie plano*: deformación en la cual el arco plantar ha disminuido en su altura o ha desaparecido, generando un aumento de la huella plantar como resultado de alteraciones en la elasticidad ligamentaria, condicionando el desequilibrio muscular del pie.
- *Pie cavo*: condición en la cual el pie tiene un aumento del arco plantar, el cual puede conducir a diversos signos síntomas, tales como dolor e inestabilidad.
- *Talo varo*: deformidad del pie en la que el talón está invertido y la parte distal del pie se encuentra en inversión.
- *Talo valgo*: pie cuyo talón está en inversión y su parte distal se encuentra en eversión y abducción.
- *Hallux valgus*: desviación en varo del primer metatarsiano a la que se añade una falange distal en valgo y rotación interna.
- *Hallux rigidus*: afectación de la primera articulación metatarsofalángica y del complejo sesamoideo y se caracteriza por dolor, restricción de la movilidad y osteofitos periarticulares.
- *Dedos en martillo*: malformación de los dedos de los pies que implica una contractura de las articulaciones interfalángicas proximales en flexión cuando las articulaciones metatarsianas están en extensión. En los dedos de la falange distal flexionada y en el dorso de la articulación proximal flexionada se forman callos (Cailliet, 2006: 139).
- *Primer metatarsiano elevado*: Al realizar la supinación y rotación externa del pie, el hallux se dorsiflexiona despegándose del suelo, usualmente por lesión del tibial posterior (Hintermann y Gächter, 1996).
- *Eje tibial externo aumentado*: Ángulo fémoro-patelar mayor a 20° y ángulo muslo-pie mayor a 30° (Calzadilla y col. 2002).
- *Hiperqueratosis*: La presión o roce mantenido produce un desplazamiento de las capas del pie, engrosándose, pudiendo ocasionar molestias (Instituto Valenciano del Pie, n.d.).

- *Index plus*: El primer metatarso es más largo que el segundo.
- *Index minus*: El primer metatarso es más corto que el segundo.
- *Index plus minus*: El primer y segundo metatarso son del mismo tamaño.

3.1 Análisis estadístico

Se obtuvieron medidas de tendencia central para así determinar frecuencias y porcentajes, así como medidas de dispersión, para finalmente obtener un valor de $P < 0.05$

4. Resultados

De la muestra estudiada se observó un entrenamiento promedio de 10.95 horas a la semana, con experiencia promedio de 34.91 meses y utilizando el calzado estipulado por la “International Association of Athletics Federations” (IAAF). Vease en las Figuras 3 y 4.

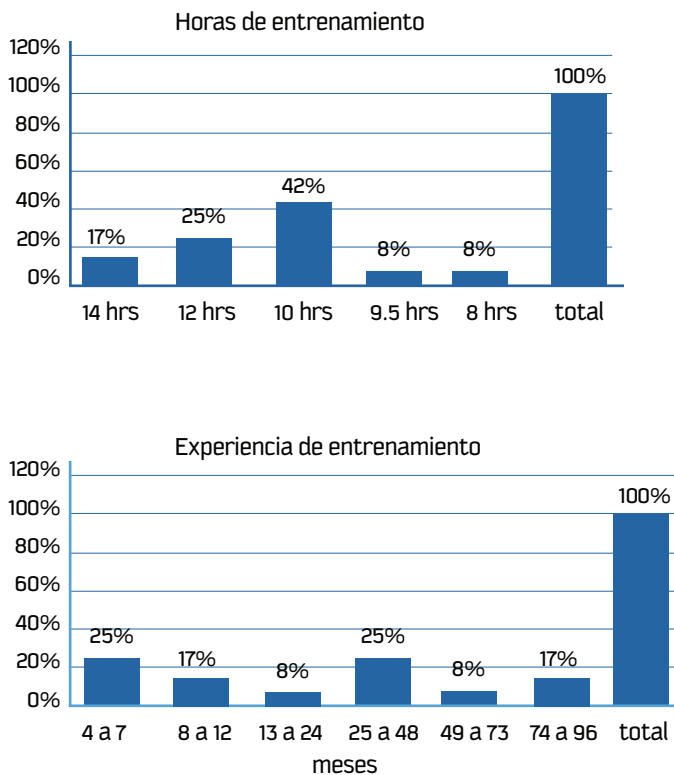


Figura 3 y 4. Frecuencia y experiencia de entrenamiento. Elaboración propia.

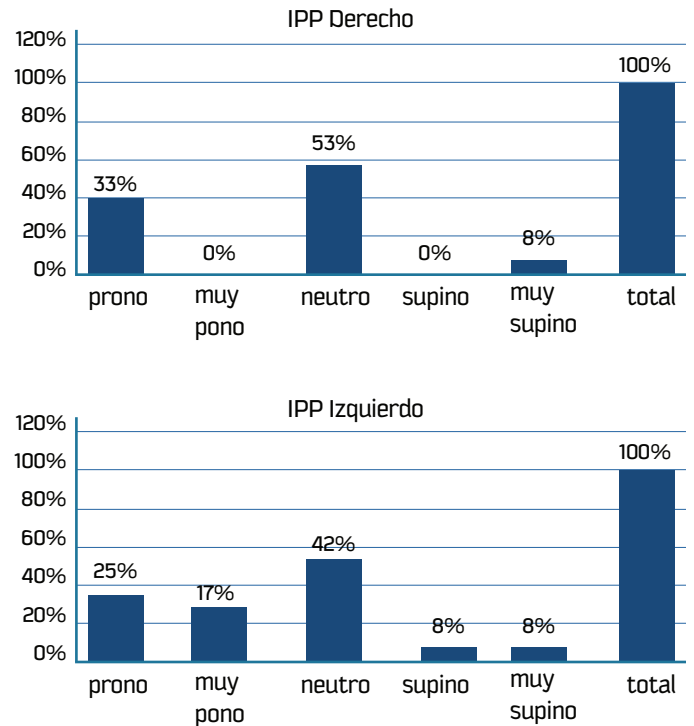


Figura 5 y 6. Resultados en el índice de la postura podal. Elaboración propia.

En relación al IPP (Figuras 5 y 6), se encontró una prevalencia de 7 (58.33%) pies neutros, 4 (33.33%) pronos y 1 (8.33%) muy supino en pie derecho, mientras que en pie izquierdo 5 (42%) corresponden a neutro, 3 (25%) prono, 2 (17%) muy prono, 1 (8%) muy supino y 1 (8%) supino.

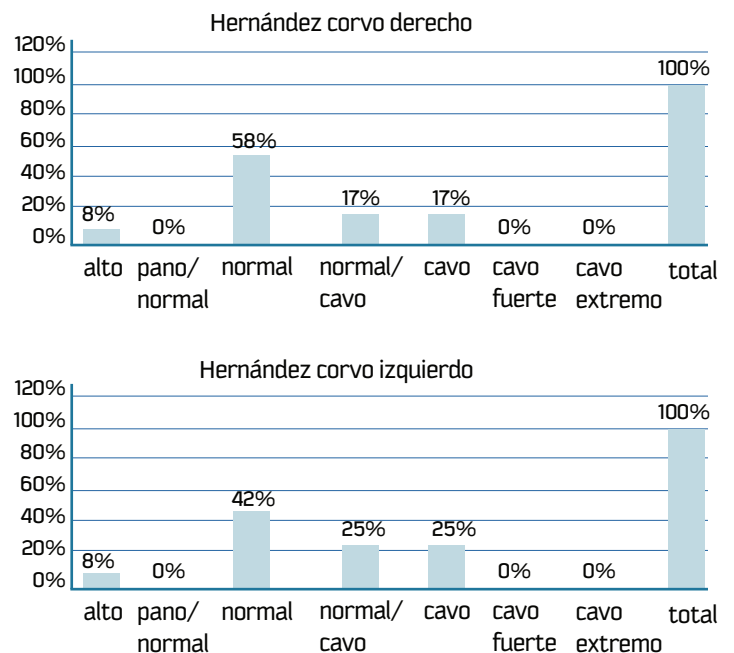


Figura 7 y 8. Resultados con el método Hernández Corvo. Elaboración propia.

Malvaez-Barrera Ursula, Ramírez-Piña María Beatriz, González-Jiménez Leslie Itzel, Jimenez-Martínez Saraí, Rodríguez-Márquez Lizbeth, Pérez-Lindoro Miguel Ángel. (pp.95 -101)

El método Hernández Corvo (Figuras 7 y 8) presentó en pie derecho 1 [8%] plano, 7 [58%] normal, 2 [17%] normal cavo, así como 2 [17%] cavo. En el pie izquierdo, los valores obtenidos fueron 1 [8%] plano, 5 [42%] normal, 3 [25%] normal cavo y 3 [25%] cavo.

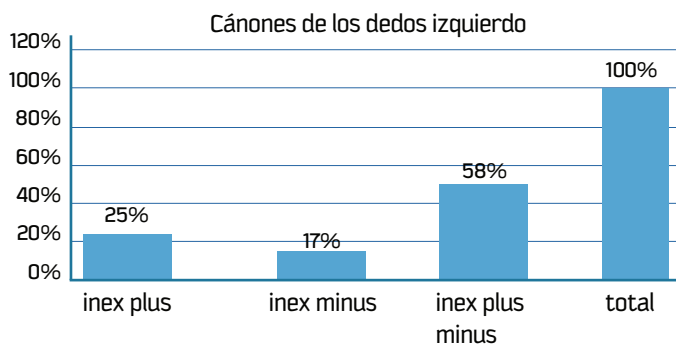
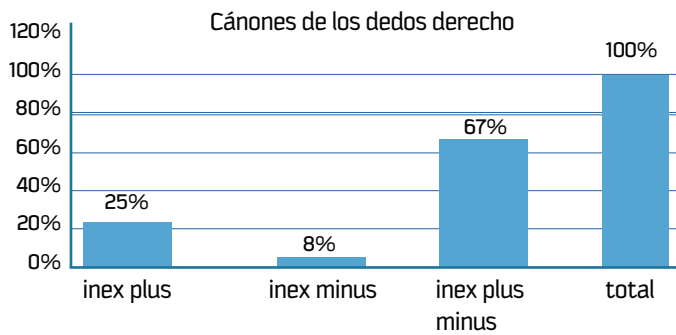


Figura 9 y 10. Resultados cánones de los dedos. Elaboración propia.

Los cánones (Figuras 9 y 10) arrojaron una prevalencia en pie derecho de 3 [25%] index plus, 1 [8%] index minus y 8 [67%] index plus minus. Para pie izquierdo, 3 [25%] index plus, 2 [17%] index minus y 7 [58%] index plus minus.

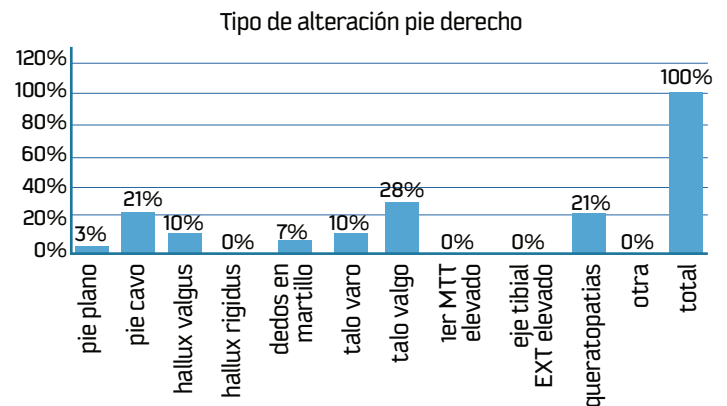
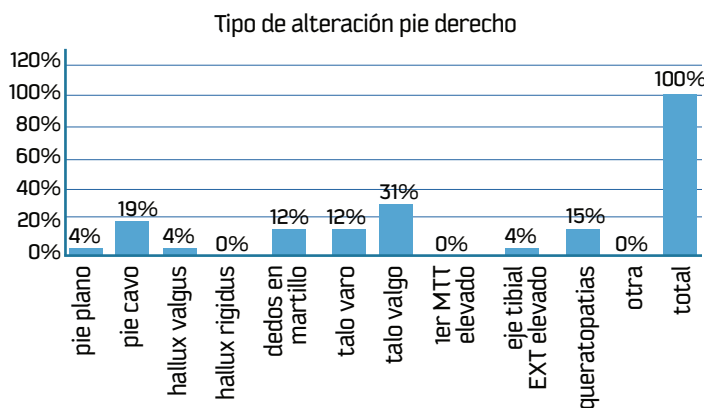


Figura 11 y 12. Tipos de alteraciones encontradas. Elaboración propia.

Algunas otras alteraciones encontradas en los pies de los velocistas (Figuras 11 y 12) fueron: 1 [3.84%] pie plano, 5 [19.23%] cavo, 1 [3.84%] hallux valgus, 3 [11.53%] dedos en martillo, 3 [11.53%] talo varo, 8 [30.76%] talo valgo, 1 [3.84%] eje tibial externo elevado y 4 [15.38%] queratopatías en pie derecho.

Para pie izquierdo se encontró: 1 [3%] pie plano, 6 [21%] pie cavo, 3 [10%] hallux valgus, 2 [7%] dedos en martillo, 3 [10%] talo varo, 8 [28%] talo valgo y 6 [21%] queratopatías. Obteniendo así un total de 26 y 29 alteraciones para pie derecho e izquierdo respectivamente.

Se encontró que el 100% de los pies derechos y el 92% de los pies izquierdos de los individuos presentaban al menos una de las alteraciones morfológicas examinadas. Siendo mayor la presencia de talo valgo en la zona del retropié, ya que de los 24 pies examinados, 16 de ellos (29.09%) fueron clasificados de esta manera, correspondiendo el 66.66% del total a los pies derechos (n=8) y el 66.66% a los pies izquierdos examinados (n=8), siendo 31% y 28% respectivamente de pie valgo en el total de alteraciones encontradas.

Como segunda alteración con mayor prevalencia se encontró el pie cavo (zona del mediopié), presente en 11 de los 24 pies examinados (45.83%), siendo 41.66% del total de pies derechos y 50% del total de pies izquierdos con esta alteración, correspondiendo 19% y 21% de pie cavo respectivamente del total de alteraciones encontradas.

Se presentan múltiples alteraciones en una misma persona, considerando dos alteraciones para el pie derecho (58% de los pies), mientras que para el izquierdo corresponde a dos alteraciones por persona (33% de los pies).

5. Discusión.

Un estudio analizó las deformidades del pie en atletas aplicando el protocolo de Hernández-Corvo, se constató que el 42.86% de los atletas tuvieron pie derecho cavo, mientras que solo un atleta presentó un pie derecho dentro del rango normal. La deformidad que prevalece en el pie izquierdo es pie cavo fuerte presente en el 42.8% de los atletas (Gómez y Santana, 2017).

Con base en los resultados del estudio anteriormente mencionado, se planteó la hipótesis de trabajo considerando encontrar más del 42.86% de pie derecho cavo o supino, mientras que la hipótesis alterna menciona que existirá alta prevalencia de alguna alteración morfológica diferente a pie supino o cavo. De acuerdo a las hipótesis propuestas, la primera de ellas no se cumplió ya que existió una diferencia de 1.2% entre la prevalencia esperada y la obtenida. Por otra parte se cumplió en ambos pies la hipótesis alterna con un 66.66% de prevalencia para talo valgo.

6. Conclusión.

El entrenamiento continuo de atletas de velocidad, puede repercutir en la morfología de los pies, esto de acuerdo al tiempo de entrenamiento, calzado y tipo de suelo en el que se llevan a cabo dichos entrenamientos, así como la manera de realizarlo en cuanto a ejercicio se refiere. Sin embargo, aún no se ha dado la importancia que debería, ya que la investigación en esta área es limitada.

Este trabajo de investigación confirma que realmente existe la presencia de alteraciones morfológicas tras un tiempo de entrenamiento continuo, entre las principales se encuentran: el valgo de retropié y pie varo, mismas que pueden alterar el rendimiento del atleta si no son consideradas para el planeamiento de un adecuado entrenamiento.

Independientemente de los valores obtenidos para cada una de las alteraciones morfológicas, se considera importante realizar una correlación de las alteraciones con cada una de las variables propuestas y así poder proponer una adecuada intervención fisioterapéutica ante estas alteraciones con el único fin de lograr un mayor rendimiento del atleta, evitar futuras lesiones y desarrollar un aporte en el ámbito de la fisioterapia

deportiva, quedando esto como propuesta a futuras investigaciones.

Referencias Bibliográficas

- Berdejo del Fresno, D. L. (2013). Alteraciones de la huella plantar en función de la actividad física realizada. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 19-39.
- Bermón, M. A. (2014). Characterization of plant footprint of school 6 to 8 years of age of urban population of the municipality of Pamplona. *Movimiento Científico* vol.8, 44-52.
- Cailliet, R. (2006). *Anatomía funcional biomecánica*. Marban Libros.
- Calzadilla, V., Castillo, I., Blanco, J., & González, E. (2002). Desviación torcionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 355-361.
- Escamilla, E. M. (2013). The Effect of Moderate Running on Foot Posture Index and Plantar Pressure Distribution in Male Recreational Runners. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 121-125.
- Gómez, A., & Santana, E. (2017). Acciones terapéuticas para la compensación de alteraciones posturales presentes en atletas de marcha deportiva. *PODIUM. Revista de ciencia y tecnología en cultura física*, 128-139.
- Hintermann, B., & Gächter, A. (1996). The First Metatarsal Rise Sign: A Simple, Sensitive Sign of Tibialis Posterior Tendon Dysfunction. *Foot & Ankle International*, 236-241.
- Keenan, A., Redmon, A., Horton, M., Conaghan, P., & Tennant, A. (2007). The foot posture index: Rasch Analysis of a Novel, Foot-Specific Outcome Measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88-93.
- Lee, J., Kim, K., Jeong, J., Kwon, N., & Jeong, S. (2015). Correlation of Foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flat foot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 10-17.
- Rius Sant, J. (2005). *Metodología y Técnicas del Atletismo*. Badalona: Paidotribo.
- Viladot, A. (2001). *Lesiones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Ed. Springer.



EL IMPACTO DE LOS ADITIVOS DE GASOLINA PARA EL MARKETING DE LAS COMPAÑÍAS DISTRIBUIDORAS DE COMBUSTIBLES EN MÉXICO

THE IMPACT OF GASOLINE ADDITIVES FOR THE MARKETING OF FUEL DISTRIBUTION COMPANIES IN MEXICO

Hubenova- Nencheva Violena ^{1,2*}, Mendez- Palacios Juan José ¹

¹ Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Querétaro.

² Universidad de Economía nacional y mundial de Sofía, Bulgaria.

* Autor de correspondencia, correo: violena.nencheva@gmail.com

Aspectos interesantes

Los aditivos de gasolina son un aspecto importante para el funcionamiento de los vehículos hoy en día. Los aditivos también son una manera de llevar a cabo las actividades de marketing de las diferentes compañías petroleras. En México las compañías distribuidoras de combustible usan las diferentes técnicas del marketing mix para enfrentarse a la competencia en el sector y una manera para hacerlo es mediante los aditivos que las diferencian de los competidores.

Resumen

Este artículo trata sobre cómo los aditivos para gasolinas son un factor de marketing que las compañías distribuidoras de combustibles aplican. Para tal efecto se plantean los siguientes cuestionamientos: ¿qué son los aditivos?, ¿qué efectos producen en el motor de los vehículos?, ¿cómo se utilizan?, ¿qué cantidades de aditivos se incorporan a la gasolina? y, sobre todo, ¿qué beneficios ofrecen para los vehículos? Después de hacer las preguntas de investigación se explica la situación actual de la industria petrolera en México y cómo las empresas distribuidoras de combustibles que recientemente han entrado al mercado mexicano llevan sus estrategias para promocionar y comercializar sus aditivos mediante acciones de los 4 Ps del marketing: producto, precio, distribución y promoción. Las compañías que se describen, como ejemplos prácticos, son Pemex, Exxon Mobil, Shell y British Petroleum. También se explican los aditivos que ofrecen para competir en las nuevas condiciones, dentro de la situación petrolera, después de la Reforma energética en México.

Palabras clave: *Aditivos, Compañías petroleras, Gasolina, Marketing, México*

Interesting aspects

Gasoline additives are an important aspect for the operation of vehicles today. Additives are also a way to carry out the marketing activities of the different oil companies. In Mexico, fuel distribution companies use different marketing mix techniques to face the competition in the sector and one way to achieve it is through the additives that differentiate them from competitors..

Abstract: This article describes how gasoline additives are a marketing factor that fuel distribution companies apply, for this purpose the following questions are raised: what are additives? What effects do they have on the vehicle's engine? How are they used? What amounts of additives are incorporated into gasoline? And, above all, what benefits do they offer for vehicles? After asking the research questions, the current situation of the oil industry in Mexico is explained and, how the fuel distribution companies that have recently entered the Mexican market, carry their strategies to promote and market their additives through actions of the 4 Ps of marketing: product, price, distribution and promotion. The companies that are described as practical examples are Pemex, Exxon Mobil, Shell and British Petroleum, the additives they offer to compete in the new conditions of the oil situation, after the energy reform in Mexico, are also explained.

Keywords: *Additives, Gasoline, Marketing, Mexico, Oil Companies.*

1. Introducción

La globalización, que expande continuamente los límites del comercio internacional y permite una entrada fácil y rápida en mercados cada vez mayores en todo el mundo, está acompañada por un crecimiento paralelo de la competencia en países y regiones donde un fabricante disfruta de posiciones aprobadas por el mercado a lo largo de los años. Esto crea un sistema de influencias en el mercado que aumenta la importancia de la estrategia de marketing de las empresas individuales y lo convierte en una herramienta líder para lograr los objetivos comerciales principales de maximizar los beneficios.

La industria petrolera es una de las más importantes a nivel mundial, ya que contribuye de manera significativa al PIB de muchos países. Este es también el caso de México. Después de la Reforma energética de 2014, el mercado del petróleo en México ha cambiado significativamente. Aparte de Pemex, en México ya existen varias compañías petroleras internacionales que compiten para ganar parte del mercado. Una estrategia para ganar más posición en el mercado es a través de la concesión de la venta de combustible a empresas que presumen de los aditivos que se agregan a la gasolina para su mejor funcionamiento y cuyo estudio será tema principal de este artículo.

1.1. El aditivo como estrategia en la comercialización de combustibles

Un aditivo para combustible es una sustancia química que se agrega a un producto para mejorar sus propiedades. Según Concha Raso (2016), en el caso de los combustibles, esta sustancia se utiliza en pequeñas cantidades y se añade durante su elaboración por el fabricante, para cambiar las características del mismo y para mejorar el rendimiento del motor. Los aditivos están relacionados directamente con la mejora de la combustión, la limpieza y lubricación de los inyectores, pero también con la inhibición de la corrosión dentro del motor. Otro aspecto positivo es que disminuyen el consumo del combustible. Así se logra conseguir una mejor rentabilización del recorrido.

Según Concha Raso (2016), los aditivos tienen muchos aspectos positivos entre cuales: un suministro óptimo de combustible, un mejor desempeño del motor, una adecuada evaporación del combustible, una provisión equilibrada de gasolina, tanto como máxima

potencia del motor del vehículo y reducir las emisiones. Debido a la mejora en el funcionamiento y la prevención de la acumulación de residuos en las líneas, se puede asegurar menor esfuerzo de las piezas móviles durante el arranque y funcionamiento del motor cuando se trata de aditivos para motor. También hay consecuencias positivas para el motor ayudando que se desgaste menos.

1.2. Tipos de aditivos

Existen diferentes tipos de aditivos dependiendo de su funcionamiento y al tipo de motor a los que se les aplica. Como lo menciona Lobo Vielma (2016), existen aditivos para gasolina, aditivos para diésel y aditivos para motor.

• Aditivos para gasolina

Estos productos se desarrollan para que se añadan al tanque de combustible cuando debe de llenarse. Su función principal es la incrementación del octanaje del combustible o de agentes anti corrosión. Los aditivos detergentes, o anti corrosión son aditivos que funcionan como detergentes para todo el sistema de inyección, limpian todos los elementos y en algunos casos se utiliza nanotecnología para limpiar y lubricar los sistemas de combustión, así como también disuelven las impurezas de la gasolina. Los aditivos para gasolina sirven para el control de los depósitos del sistema de combustible, para un óptimo desempeño del motor y para mantenerlo limpio. Estos aditivos tienen también la función de proteger contra la corrosión y promueven una combustión más eficiente y eso ayuda a la conservación del medio ambiente.

• Aditivos para motor

Los aditivos para motor se combinan con el aceite lubricante y favorecen la lubricación de las piezas móviles dentro de los motores, las protegen y forman una ligera película que protege el metal y prolonga su vida. Este tipo de aditivos son particularmente efectivos cuando el motor se encuentra frío o después de arrancarlo, el aditivo mantiene su compuesto cubriendo todas las piezas con las que anteriormente había tenido contacto. Cuando el motor está debidamente lubricado y protegido por

este tipo de aditivos, tendría una mayor duración de los componentes del mismo. En algunos casos, los fabricantes de los combustibles son los que se encargan de incorporarlos dentro del mismo. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones, es necesario adquirir los aditivos de forma externa, por ejemplo, comprándolos en las gasolineras.

Existen muchos beneficios asociados con el uso de aditivos para la gasolina. Uno de los principales beneficios, como ya se mencionó, es para el desempeño del motor. Cuando se añade un aditivo para gasolina, la mejor combustión va a incrementar de manera porcentual la potencia del motor, lo cual pasa gracias a un incremento en el nivel de octanaje que se obtiene del combustible. Como resultado final se obtienen más kilómetros del tanque de gasolina gracias a la mayor potencia del motor.

Otro de los beneficios más comunes de los aditivos es al mantenimiento programado del motor. Los aditivos para combustible generan una modificación de la cámara de combustión y se disminuye significativamente el desgaste.

1.3 Ventajas del uso de aditivos en la gasolina

El uso de aditivos también previene acumulaciones de lodo. Cuando los aditivos para gasolina lubrican las partes internas de la cámara de combustión del motor, se facilita el funcionamiento más libre y sin fricción del motor y así a largo plazo se evitan acumulaciones de lodo dentro de la cámara, lo que también permite el libre movimiento de todas las piezas. Cuando las partes se pueden mover con facilidad, se evita la fricción y el incremento de temperatura, por consecuencia el desgaste es mucho menor y todos los componentes tienen un periodo de vida mucho más largo.

Los aditivos de gasolina se añaden a la toma del tanque de combustible y su función más importante es aumentar el octanaje y los agentes anti corrosión. De esta manera mejoran la combustión y también la potencia del motor. Los aditivos “Anti corrosión” también se agregan a la toma del tanque de combustible y sirven para limpiar los inyectores de elementos que lo conforman removiendo y evitando la creación de sedimento lo que llega no sólo a un mayor deterioro, sino

a un consumo mayor de combustible. No existe alguna certificación oficial que avale la cantidad de aditivos que se debe de poner a la gasolina para un óptimo rendimiento del vehículo. Es el propio mercado que actúa como garante de todo lo que publicita una marca y de su eficiencia. Por otro lado, los aditivos pasan por varias pruebas en laboratorios y centros de investigación para mejorar sus formulaciones y conseguir compuestos químicos más avanzados. Respecto a la proporción de aditivo que llevan los combustibles, la cantidad varía según la marca y el tipo de producto. En todos los casos, se trata de una proporción muy pequeña, unos pocos centímetros cúbicos de aditivo por cada metro cúbico de gasolina.

De acuerdo a lo anterior, el artículo responde a la pregunta: ¿qué impacto tiene el aditivo en la gasolina como estrategia de marketing de las gasolineras concesionadas en México?

2. Metodología

El enfoque de investigación cualitativa que se aplica para describir el fenómeno del marketing mediante el uso de los aditivos en la gasolina es el descriptivo y se aplica a las diferentes compañías que comercializan las gasolinas. Se usa también el método hermenéutico - dialéctico para interpretar la realidad descrita. De igual manera se utiliza el método de comparación para describir y comparar las diferentes empresas que compiten en el sector.

3. El marketing de las compañías distribuidoras de gasolinas usando aditivos

Después de todo lo expuesto se analiza la distribución de los aditivos por las diferentes compañías petroleras presentes en México y la manera de comercializarlos usando la mercadotecnia para obtener más ganancias. Según Barrera (2014), con la apertura del mercado, después de la Reforma energética de la gasolina y el diésel, han llegado más de 30 compañías petroleras a México, entre las que destacan las grandes empresas petroleras internacionales, que buscan atraer a más clientes con una propuesta de aditivos que compiten en el mercado. Información del INEGI muestra que al

finalizar 2017 los ingresos por la venta de aditivos para gasolina alcanzaron los 430.4 millones de pesos, 113.4 más comparado con el cierre de 2015, cuando fueron 201.7 millones de pesos.

Empresas grandes como Repsol, BP, Shell, G500, Exxon Mobil, Costco, Chevron y Akron, colocan los aditivos dentro de sus combustibles, pero otra manera de integrarlos es directamente en las estaciones. Después de que las pipas de Pemex dejan el combustible en éstas, un grupo de expertos contratados por el grupo gasolinero consecutivo colocan, con herramientas especiales, el aditivo dentro de los tanques. No todos los aditivos son iguales porque cada marca tiene diferencias para ser competente en el mercado. Por ejemplo, BP y Shell tienen un aditivo que promete proteger los motores en materia de corrosión y desgaste, mientras que otras compañías lo usan para permitir que el combustible dure más y el vehículo tenga más potencia.

3.1 Consideraciones acerca del uso de aditivos en las empresas comercializadoras de combustibles.

Según datos del Instituto Mexicano del Petróleo (2018), el instituto ha desarrollado un aditivo detergente que se emplea en las gasolinas producidas por Pemex, en más de 70 terminales de Pemex Logística y es resultado de una colaboración del Instituto con Pemex. Con base a la norma NOM-016-CRE-2016, el aditivo ofrece al consumidor una alternativa para evitar que los inyectores del vehículo se ensucien, mientras que también inhibe la corrosión y mejora el rendimiento del combustible. El convenio entre el IMP y Pemex tiene con una vigencia de diez años y durante este periodo Pemex va a tener la exclusividad del aditivo detergente.

3.1.1. Caso Pemex

Según Beltrán Mata (2016), Pemex, desde hace muchos años, por norma, ya integra aditivos a sus gasolinas, pero como estaba en una situación de monopolio, no lo promocionaba. Después de la Reforma energética, y con la nueva competencia en el país, la empresa decidió cambiar su estrategia de marketing y empezar a vender un nuevo aditivo con el fin de ser más competitiva en el mercado. Este nuevo aditivo se puede integrar tanto a la gasolina Magna, como a la Premium y su marca es Pemex Aditec. El nuevo aditivo de Pemex es amigable con el medio ambiente

y mantiene el motor libre de suciedad hasta en un 97 por ciento y eso permite tener una combustión eficiente y mayor potencia. Esta innovación tecnológica mexicana representa una ventaja competitiva para la franquicia Pemex, que actualmente tiene más de 10 mil estaciones de servicio en todo México. El nuevo aditivo de Pemex tiene agentes químicos que limpian las válvulas de admisión e inyectores del motor libres de suciedad. Otro beneficio que tiene es que optimiza el funcionamiento del motor y de esta manera ayuda a obtener el máximo desempeño y a reducir las emisiones contaminantes. El aditivo también posee un solvente que ayuda a mantener la estabilidad de la mezcla con la gasolina a distintas temperaturas para facilitar su funcionamiento y fluidez dentro del motor. El nuevo aditivo ya se encuentra presente en las gasolineras, pero para su mejor conocimiento entre los clientes, Pemex utiliza técnicas de marketing digital, apoyando a su nuevo producto tanto en su página oficial, como en las redes sociales de la empresa. El aditivo y sus cualidades se promocionan en la página Facebook de Pemex y en su perfil de Twitter (Figura 1). También, se utiliza el patrocinio como táctica de marketing digital porque el piloto mexicano de Fórmula 1 Checo Pérez promociona y recomienda el uso del nuevo aditivo de Pemex. La compañía utiliza también promoción de marketing directo en sus gasolineras, creando un nuevo logo del aditivo.



Figura 1: Logo de Aditec utilizado en las gasolineras Pemex.
Fuente: Página oficial de la empresa Pemex

3.1.2. Caso Exxon Mobil

Según la página oficial de Exxon Mobil (2019), la empresa petrolera estadounidense opera en la zona del Bajío y vende combustible producido con su

propia molécula, una ventaja competitiva que pocas gasolineras en México tienen porque la mayoría compran gasolina de Pemex. Eso permite a Exxon tener un producto totalmente diferente al que ofrecen las nuevas empresas en el sector, pero sobre todo tener una diferencia con Petróleos Mexicanos. El combustible que la empresa tiene, llega desde sus refinerías de Kansas City, Estados Unidos, y toma solo 12 horas transportarla mediante carrotaques. El aditivo se llama Fuel Technology Synergy y se ofrece en otras partes del mundo, también a través de propias estaciones de servicio. Mobil Synergy proporciona una buena calidad de ignición y ha superado pruebas clave de rendimiento que le han permitido obtener el nivel TOP TIER. El combustible TOP TIER es recomendado por muchos fabricantes de automóviles en los manuales de propietario de sus vehículos. La compañía utiliza también el marketing digital para promocionar su aditivo, creando campañas en su perfil, en las redes sociales. Se utilizan igualmente tarjeta de clientes frecuentes y gracias a los puntos acumulados, los clientes reciben una cantidad diferente de aditivo, regalado por la gasolinera, de la que compran su aditivo. De esta manera Exxon Mobil ha incrementado mucho el valor de sus ventas y ganancias.

3.1.3. Caso Shell

Según la página oficial de Shell (2019), el aditivo de la compañía se llama V Power. Este aditivo está diseñado para proteger y limpiar activamente al motor dándole un mejor rendimiento. Se usa con una gasolina Premium de alto rendimiento dentro de Shell con un índice de octanos mayor a 91. Está diseñado para proteger al motor del desgaste y la corrosión. Este tipo de aditivo elimina la suciedad que existe en las partes del motor, mientras que el vehículo está en movimiento, también tiene detergentes que limpian activamente y forman una película protectora sobre las superficies metálicas para evitar la corrosión. Los aditivos Shell V-Power están diseñados para trabajar instantáneamente sobre los depósitos del motor y para reducir las emisiones contaminantes y alcanzar un mayor kilometraje.



Figura 2: Publicidad de Shell V-Power y Fórmula 1

Fuente: Página oficial de la empresa Pemex

La compañía Shell también promociona su aditivo en las redes sociales utilizando el marketing digital (Figura 2) pero su gran publicidad se hace mediante el patrocinio a Fórmula 1, donde Shell promociona su marca y al mismo tiempo populariza su nuevo aditivo. Así es como la empresa ha llegado a aumentar sus ventas y ganancias, popularizando al mismo tiempo su nuevo producto.

3.1.4. Caso British Petroleum (BP)

Según la página oficial de BP (2019), el aditivo de BP está incorporado en la gasolina con tecnología ACTIVE® que es una fórmula desarrollada por la compañía, que cumple con los requisitos de la norma NOM-016-CRE-2016 de aditivos para control de depósitos. Con este tipo de aditivo todas las gasolinas, ya sean BP Regular o BP Premium, cuentan con propiedades limpiadoras avanzadas, que ayudan a mantener limpios los componentes críticos del motor. La idea de la tecnología ACTIVE® es ayudar a conservar el rendimiento de consumo de combustible del vehículo y eliminar la suciedad y las partículas que se acumulan en el motor. La compañía promueve mucho el producto por su característica de ahorro de combustible. El nuevo aditivo está incorporado dentro de la gasolina de British Petroleum, así que la compañía no tiene todavía actividades de marketing específicas para promocionarlo, pero por otro lado ha aumentado la publicidad de sus gasolinas, enfocándose sobre todo en las cualidades de sus productos y su gasolina. En la Tabla 1 se describen las ventajas competitivas que ofrecen los aditivos de las gasolinas distribuidas por las compañías con mayor presencia en México.

GASOLINA		VENTAJAS
Pemex	Ofrece al consumidor una alternativa para evitar que los inyectores del vehículo se ensucien.	Inhibe la corrosión.
	Mejora el rendimiento del combustible.	Amigable con el medio ambiente.
	Mantiene al motor libre de suciedad hasta en un 97 % y eso permite tener una combustión eficiente y mayor potencia.	Tiene agentes químicos que mantienen las válvulas de admisión e inyectores del motor, libres de suciedad.
	Optimiza el funcionamiento del motor y de esta manera ayuda a obtener el máximo desempeño y a reducir las emisiones contaminantes.	Posee un solvente que ayuda a mantener la estabilidad de la mezcla con la gasolina a distintas temperaturas para facilitar su funcionamiento y fluidez dentro del motor.
Exxon Mobil	Combustible producido con su propia molécula.	Buena calidad de ignición.
	Obtuvo el nivel TOP TIER.	
Shell	Diseñado para proteger y limpiar activamente al motor, dando un mejor rendimiento.	Elimina la suciedad que existe en las partes del motor, mientras que el vehículo está en movimiento.
	Tiene detergentes que limpian activamente y forman una película protectora sobre las superficies metálicas para evitar la corrosión.	Diseñado para trabajar instantáneamente sobre los depósitos del motor para reducir las emisiones contaminantes y alcanzar un mayor kilometraje.
British Petroleum	Tiene propiedades limpiadoras avanzadas que ayudan a mantener limpios los componentes críticos del motor. Ahorra combustible.	Ayuda a conservar el rendimiento de consumo de combustible del vehículo y eliminar la suciedad y las partículas que se acumulan en el motor.

Tabla 1. Ventajas del uso los aditivos adicionados a las gasolinas con mayor presencia en México.

Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Todos estos ejemplos de aditivos de diferentes compañías, en la actualidad, en el sector petrolero de hoy en día, muestran la gran variedad de empresas y sus aditivos, cada uno con diferentes propiedades, gracias a los cuales cada compañía apoya su actividad de marketing, tratando de llevar una lucha con los competidores en el sector. Los aditivos, por supuesto, son solo una rama de todas las actividades de marketing

de estas compañías en su lucha contra la competencia, pero en sí cumplen con las características de los 4P del marketing: cada compañía trata de diferenciarse con la calidad y el contenido del producto, su precio, la manera de distribución de los aditivos y la manera de comercializarlos y promoverlos. Así, los aditivos tienen un gran papel e impacto para el marketing y la comercialización de la gasolina y para el desarrollo de las compañías distribuidoras de combustibles presentes ahora en México, un papel que permite a estas compañías

ser competitivas en el mercado gracias al concepto de libre mercado donde existe la variedad de productos, precios, distribución y manera de comercializar los aditivos de combustible.

Cabe destacar que futuras investigaciones acerca del tema tratado pueden estar relacionadas con el concepto de costo-beneficio del uso de una marca de gasolina contra otra; también acerca de la eficiencia vehicular por el uso de una marca en particular, entre otros.

Resumen curricular

Mtra. Violena Hubenova Nencheva

Estudiante de intercambio en el Doctorado de Gestión Tecnológica e Innovación en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Querétaro y estudiante de doctorado de tiempo completo en la Universidad de Economía nacional y mundial de Sofía, Bulgaria.

Correo electrónico: violena.nencheva@gmail.com

Teléfono: 55 65 71 01 58

Dr. Juan José Mendez Palacios

Profesor de tiempo completo en la Facultad de Contaduría y Administración en la Universidad Autónoma de Querétaro y Coordinador del Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación.

Correo electrónico: juanjo@uaq.mx

Declaración de ausencia de conflicto de intereses:

Yo, Violena Hubenova Nencheva, declaro no estar en conflicto de intereses escribiendo este artículo.

Formato para agradecer financiamiento:

Esta investigación no recibió ningún subsidio de agencias públicas, comerciales o sectores no lucrativos.

Referencias Bibliográficas

- Afton Chemicals. (25.06.2018). Aditivos para combustibles. Comisión nacional para el uso eficiente de la energía, 2, 49.
- Arturo Solís. (2018). Las 10 marcas nuevas con más gasolineras en México. Forbes México, 3, 56.
- Autor Anónimo. (2018). Aditivos del combustible, qué son y por qué te interesan. 5.07.2019, de Total México Sitio web: www.total.com.mx/
- Autor Anónimo. (06 de agosto de 2018). Gasolinas de Pemex contarán con un aditivo multifuncional de clase mundial, desarrollado por el IMP. 05.07.2019, de Instituto Mexicano del Petróleo Sitio web: <https://www.gob.mx/imp>
- Autor Anónimo. (2016). La calidad de los carburantes BP con tecnología ACTIVE. 5.07.2019, de British Petroleum Sitio web: <https://www.bp.com/>
- Autor Anónimo. (2018). ¿Por qué elegir a Mobil? 5.07.2019, de Exxon Mobil Sitio web: <https://www.mobil.com.mx/>
- Autor Anónimo. (11/10/2018). Pemex presenta nuevo aditivo para gasolinas que brinda máximo desempeño, limpieza activa y protección para el motor. 5.07.2019, de Pemex Sitio web: www.pemex.com
- Autor Anónimo. (2018). SHELL V-POWER. 05.07.2019, de Shell México Sitio web: <https://www.shell.com.mx/>
- Barrera, Armando. (6 de septiembre, 2014). Reforma Petrolera y marketing. Merca 2.0, 4, 89-101.
- Beltrán Mata, José Antonio. (2016). El futuro de Pemex y del mercado nacional de combustibles. Energía a debate, 2, 39-45.
- Concha Raso. (2016). Los aditivos de la gasolina, ¿mito o realidad? El Economista España, 23-34.
- Lobo Vielma, Luis. (2016). La dura lección del mercado obliga a revisar fundamentos. Energía a debate, 3, 32-37.





EL SILENCIO PROYECTADO EN LAS OBRAS DE RUFINO TAMAYO MIRANDO AL INFINITO Y HOMBRE CONFRONTANDO AL INFINITO

THE SILENCE PROJECTED IN THE WORKS OF RUFINO TAMAYO LOOKING AT INFINITY AND MAN CONFRONTING INFINITY

Ávila-Jiménez Norma Leticia ^{1*}

¹ Facultad de Bellas Artes. Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas, Querétaro, México.

* Autor de correspondencia, correo: norma.avila@uaq.mx

Resumen

El Universo y la carrera espacial fueron una constante en varias de las obras del pintor oaxaqueño Rufino Tamayo (1899-1991). Algunas de éstas proyectan el silencio a partir de una metáfora -como la plantea Charles Peirce-. En este artículo se analizan *Mirando al infinito* (1932, figura 1) y *Hombre confrontando al infinito* (1967, figura 2) como ejemplo de lo planteado. La metodología de la investigación incluyó la lectura de artículos, libros y periódicos, entrevistas con parientes del pintor y un artista, y la observación e interpretación de las obras relacionándolas con el momento histórico y la vida personal del autor. El demostrar que el silencio proyectado como metáfora está presente en algunas obras del arte cósmico de Tamayo -tema en el que no han profundizado historiadores y críticos de arte- permitirá una nueva lectura de su estética.

Palabras claves: *Tamayo, silencio, cosmos, Universo, metáfora, pintura.*

Abstract

The Universe and the space race were a constant in several of the works by the Oaxacan painter Rufino Tamayo (1899-1991). Some of these, project silence from a metaphor -as Charles Peirce puts it-. In this article are analyzed Looking at infinity (1932) and Man confronting infinity (1967), as examples of the approach. The research methodology included reading articles, books and newspapers, conducting interviews with the painter's relatives and an artist, and the observing and interpreting the artistic works relating them to the historical moment and the personal life of the author. Proving that silence projected as a metaphor is present in some works of Tamayo's cosmic art -topic that historians and art critics have not studied in depth- will allow a new reading of his aesthetics.

Keywords: *Tamayo, silence, cosmos, Universe, metaphor, paint*

1. Introducción

Cuando tenía 11 años, Rufino del Carmen Arellanes Tamayo (25 de agosto de 1899– 24 de junio de 1991) (Suckaer, 2000: 17 y 445), fue testigo, desde su natal Oaxaca, del cometa Halley que, siguiendo su órbita de 76 años, regresó a las proximidades de la Tierra en 1910. Fue particularmente espectacular, porque la Tierra atravesó la cauda, por lo que ésta se veía “tan larga como dos calles. Era una cosa impresionantísima y uno salía por las noches y en la madrugada a verlo con profundo terror (...) Y me acuerdo muy bien que toda la gente salía a las calles a hincarse y rezar para que no pasara nada” (*Bambi*, 1972), aseguró este pintor durante una entrevista para el periódico *Excelsior*. La imagen de ese cometa (que volverá a hacerse visible desde la Tierra en 2061) quedó grabada en la mente de este creador, y probablemente detonó su gusto por los fenómenos celestes.

Ya en 1932 manifestó su interés por plasmarlos a través de la obra *Mirando al infinito*, la cual se analiza más adelante. Para Rita Eder, el punto de partida para el arte cósmico de Tamayo está en *Nueva York desde la terraza* (1937): paulatinamente este autor fue abriendo sus espacios cerrados, de interiores (físicos y mentales) que plasmó en los 20s, a los trazos diagonales u oblicuos que “guarda(n) relación con estas diagonales dinámicas como alusión al universo en movimiento”. Esos trazos revelan “el mundo de Tamayo en transición” (Eder, 1997: 245).

El cosmos va a jugar un papel preponderante en su obra a partir de 1946 porque Tamayo va a estar influido por los fenómenos celestes que observó (eclipses y cometas), sus lecturas de artículos científicos y la visita que hizo a la NASA con un grupo de seis artistas, entre éstos, Marcel Duchamp y Roberto Matta (Genauer, 1973:27). Asimismo, la estética prehispánica, la posguerra y su vida personal, marcaron su manera de proyectar a la bóveda celeste.

Entre las piezas que destacan se pueden mencionar *Eclipse total* (1946), *Mujeres alcanzando la luna* (1947), *El hombre* (1953), *El astrónomo* (1954), *Terror cósmico* (1954), *Hombre confrontando al infinito* –la cual se analiza adelante– (1967), *Los astronautas* (1970) y *La gran galaxia* (1978), entre otras.

Al analizar esas y otras obras con la temática señalada, es posible observar, en algunas, la proyección del concepto silencio a partir de una metáfora (como ya

se mencionó, de acuerdo a lo planteado por Peirce). Ya otros artistas plásticos lo habían hecho antes, entre éstos algunos barrocos –Caravaggio, Antonio Pereda, Claudio de Lorena, etcétera– y románticos –Caspar D. Friedrich, Eugene Delacroix y Theodore Gericault, entre otros–, sin tocar el tema del Universo. En el caso de Rufino Tamayo no se ha hecho investigación de la proyección del silencio a través de una metáfora, como parte esencial de su obra relacionada con los cuerpos celestes o la carrera espacial. De allí el interés de aportar información que enriquezca los estudios realizados sobre el creador zapoteca, y que ofrezca una nueva lectura de su arte.

2. El silencio como metáfora

En su libro *Silencio y visualidad. Representaciones del silencio en el arte contemporáneo* (1999–2010), Mar Marcos Carretero, propone que el silencio sea tomado en cuenta como un elemento de estudio en las artes visuales. En su investigación, buscó “conocer cómo se relaciona la presencia del silencio en la visualidad artística con los componentes de análisis estéticos de la obra, con lo cual se han develado distintas formas de presentación o presencia” (Marcos, 2018: 13). Como se ha subrayado, en esta investigación se propone demostrar que el silencio en la obra cósmica de Tamayo está representado a través de la metáfora peirciana.

El filósofo y científico Charles Sander Peirce (1839–1914) llegó al concepto metáfora a partir del signo o representamen –aquel que está en lugar del objeto al que representa–. De acuerdo al objeto de que se trate, clasificó a los signos en índice, ícono y símbolo. El índice es un signo establecido de manera natural y es unívoco, esto es, de éste no surgen diferentes interpretaciones, por ejemplo, una huella de la pata de un oso en la tierra, es índice (indica) de que el animal pasó por allí, o un vaso de cristal pintado en la orilla de rojo, es índice de que alguien con lápiz labial tomó algún líquido en éste. Otros ejemplos de índices son las fechas, una mancha de café en el mantel, los nombres propios (el índice no es la persona pero la indica, la señala) o los números (Agudelo, 2018: posición Kindle 1553).

En el caso de los símbolos, se establecen por convención lo que los hace arbitrarios, por lo tanto, son equívocos, esto es, dan lugar a diferentes interpretaciones

dependiendo de la cultura o el contexto. Para Agudelo, un símbolo es un signo independiente de semejanzas o vinculaciones directas con el objeto que representa: es designado como tal por el intérprete (observador) en virtud de “una ley” (Agudelo, 2018: posición Kindle 1582), generalmente social, cultural o religiosa. Por ejemplo, para los conocedores de la literatura inglesa, el personaje Otelo, protagonista de la obra del mismo nombre de William Shakespeare, es símbolo de celos, por lo que a una persona celosa la pueden caracterizar como “un Otelo”. Otro ejemplo basado en la literatura es el de denominar “Don Juan” a algún varón que sea proclive a enamorar mujeres, esto, por la obra *Don Juan Tenorio*, de José Zorrilla. Esas palabras no significarán lo mismo para los nativos de la Amazonia en Brasil. La imagen de un puma puede simbolizar a la Universidad Nacional Autónoma de México, pero ese signo no tiene una carácter universal, dependerá, como ya se dijo, del contexto, el momento y la cultura de los intérpretes. Los símbolos “nada tienen que ver con aquello –el objeto– que presumen” (Agudelo, 2018: 1595).

El ícono, en cambio, es cualidad potencial o posible y tiene parte de natural y de convencional o artificial (Granados Valdéz, 2019: 72). Peirce subraya: “El ícono es el primer grado (lo que denomina como primeridad) de referencia al objeto, esto es, que tiene semejanza con el objeto que representa. Las fotografías, especialmente las instantáneas, son muy instructivas, porque sabemos que en ciertos aspectos son exactamente como los objetos que representan. Pero este parecido es debido a que las fotografías han sido producidas bajo circunstancias tales que estaban físicamente forzadas a corresponder punto por punto con la naturaleza” (Peirce, 2011). Lo anterior deja en claro que el ícono perfecto es una fotografía, aunque el filósofo también se refiere al uso de un parecido como ícono por ejemplo, una estatua o un dibujo. Acerca de la contemplación de un cuadro Peirce subraya: “[...] contemplando una pintura, hay un momento en que perdemos la conciencia de que no es la cosa (el objeto); la distinción entre lo real y la copia desaparece y resulta de momento una pura ensoñación. En ese momento estamos contemplando un ícono” (Shekoufeh, 2013: 54). Agudelo también apunta como ícono a un mapa, una simulación, una copia de la Mona Lisa o una fotocopia de un texto (en tanto es como el texto que fue fotocopiado) (Agudelo, 2018: Kindle 1462), entre otros ejemplos. Granados Valdéz

cita lo que señala el filósofo Mauricio Beuchot sobre éste: “El texto y otras obras son icónicas porque representan o la realidad o la fantasía (...) Una pintura figurativa, por ejemplo, representa o es el ícono del objeto pintado” (Granados Valdéz, 2019:75)

Para dejar más en claro lo que es un ícono, Peirce lo clasificó en tres clases: imágenes, diagramas y metáforas, siendo este último concepto el que más interesa en el artículo. La palabra imagen deriva de la latina “imago”, que quiere decir “retrato”, “imitación” y “copia”. “En tanto íconos, las imágenes son representaciones visuales o imitaciones de los objetos reales o imaginarios” (Agudelo, 2018: Kindle 1513). Una pintura, un poster o una acuarela, entre otros objetos, son imágenes.

En cuanto al diagrama, “ya no existe necesariamente la semejanza en el aspecto entre el objeto y el signo. El parecido se produce entre las relaciones de sus partes entre sí (...) Incluye los grafos y los mapas” (Shekoufeh, 2013: 54-56).

Acerca de la metáfora, Peirce puntualiza que no se limita a la mimesis o copia. Aporta algo nuevo que lleva al descubrimiento de “nuevas verdades, o mejor dicho, de nuevos aspectos de verdades existentes”; es como si el objeto real de la metáfora fuese algo fuera del propio signo (Shekoufeh, 2013: 119-121). Esto quiere decir que la metáfora conduce al observador a asimilar “eso”, a través de “esto”, a reinterpretar al signo para crear otro más intelectualizado. Cita a Peirce, quien señala: “La función representativa de un signo no está en su cualidad material ni en su aplicación demostrativa pura, porque se trata de lo que el signo es, no en sí mismo, ni en una relación con su objeto, sino qué es para un pensamiento” (Shekoufeh, 2013: 136)

La metáfora es el único ícono que requiere un creador –tanto del lado del autor como del observador–, asegura Shekoufeh y agrega que las metáforas genuinas (las que no se simbolizan) se descubren, se intuyen y se crean: “El fundamento del ícono metafórico es el fundamento mental del creador, es decir, sus experiencias pasadas en lo material, espiritual, educativo, sentimental, cultural, etcétera (...) Así, el ícono y la metáfora en particular, es un terreno para la coexistencia del pasado y el presente más inmediato” (Shekoufeh, 2013: 141 y 79). Esto último es inherente a los cuadros de Tamayo a analizar, como se expondrá más adelante, porque este

autor no olvidaría la soledad que lo marcó en una etapa de su infancia y que lo llevó, en muchas ocasiones, a estar acompañado por el silencio que proyectaría a través del ícono metafórico.

Por su parte, Kowsan indica que la metaforización se obtiene por transferencia analógica de un signo a otro y necesariamente dos signos (o conjuntos de signos) distintos están jugando para que la metáfora exista (Kowsan, 1997: 219). Asocia “dos significados diferentes con un punto de contacto o conexión” (Granados Valdéz, 2019: 75).

Sandra Visokolskis propone que las metáforas peircianas se dan a partir de inferencias abductivas, y esto lo subraya en su investigación partiendo de que Peirce consideró a la abducción como un tipo de razonamiento esencial para formular nuevas hipótesis y generar conocimiento. La abducción se relaciona con la formación de hipótesis que se orientan a ofrecer nuevas alternativas –hasta sorprendidas– que eventualmente podrían ampliar el campo cognitivo, en caso de confirmarse. Plantean posibilidades y no necesariamente realidades –aunque se espera que lo sean o que en su defecto sean suplantadas en un esfuerzo posterior por otras que sí lo sean–, convirtiendo así la sospecha inicial en un aporte que contribuya a generar conocimiento (Visokolskis, 2006).

Shekoufeh coincide con Visokolskis al enfatizar que la metáfora peirciana es un signo abductivo y creativo por excelencia, hasta el punto que es ella misma su creadora: crea su nuevo referente o signo, y su objeto (Shekoufeh, 2013:139). Esto es, que a partir de la metáfora –por ejemplo, la planteada en algún cuadro de Tamayo–, se crea un nuevo signo con un nuevo significado –algo que descubre el observador en la obra, dicho por el pintor a través de haber plasmado en ésta objetos distintos con un punto de conexión–, detonado por una nueva hipótesis postulada por el observador, pasando por el razonamiento y las experiencias, lo que da lugar a una nueva lectura de la pieza artística para generar conocimiento sobre este autor. La abducción permite a la metáfora proveer el marco que permite hacer emerger las semejanzas ocultas (Visokolskis, 2006) entre los signos incluidos en ésta.

Para que quede más claro a qué se refiere Peirce cuando plantea lo relativo al razonamiento abductivo, vale la pena apuntar los otros dos tipos de razonamiento, el

deductivo y el inductivo, con el objetivo de comparar. El primero se genera a través de la aplicación de una regla general, por ejemplo, las fórmulas o leyes matemáticas o las de la ciencia física, que no requieren investigación para comprobar el resultado que se obtenga después de aplicarlas. Este razonamiento también se aplica en pensamientos como éste: todos los humanos son mortales; yo soy humana, por lo tanto, soy mortal. Se hace una deducción. El segundo se genera por la construcción de la regla general a partir de la experiencia, esto es, a partir de la investigación metodológica de varios casos se llega a una conclusión que puede ser una ley. La abducción, como ya se indicó, es un tipo de razonamiento por medio del cual se infiere algo distinto –algo que rompe con las reglas o fórmulas– a lo que es observado; va al caso con el fin de identificar las causas. Charles Peirce decía que es un método para formar una predicción general sin certeza de que se tendrá éxito; su justificación consiste en que es la esperanza de pautar una conducta futura (Agudelo, 2018: Kindle 1725). Aplicando lo anterior a las obras de Tamayo aquí incluidas, el razonamiento abductivo ante las metáforas que proyectan el silencio en éstas, lleva al observador (en este caso, a quien escribe) a hacer una predicción, una hipótesis que se espera sea una interpretación válida capaz de enriquecer el conocimiento de la obra del creador oaxaqueño.

Charles Peirce afirma que una gran propiedad distintiva del ícono es que por la observación directa de él, otras verdades concernientes al objeto pueden ser descubiertas además de aquéllas que son suficientes para determinar su construcción; aquel que representa un paralelismo en otra cosa, es metáfora (Peirce, 2014: 2.274).

Un ejemplo de lo que propone Peirce como metáfora, podrían ser las creadas por algunos artistas del periodo barroco, marcado por el interés y la percepción del paso del tiempo. Varios pintores lo representaron con la imagen de una calavera –porque el hombre no es eterno–, por ejemplo, en el lienzo *El sueño del caballero* (1650), del pintor español Antonio Pereda, o con imágenes de frutas frescas y casi podridas en un mismo bodegón, como proyectó el tiempo Caravaggio en *Cesto con frutas* (1599).

En el primer ejemplo, los dos significados de la calavera son la muerte y el simple esqueleto de

una persona, y su conexión es la proyección del paso del tiempo. ¿Cuál sería la hipótesis planteada por el razonamiento abductivo en este caso? ¿por qué se propone que esa metáfora da como nuevo signo el paso del tiempo? Esta autora coincide con lo propuesta del historiador de arte John Rupert Martin (1916-2000), quien subrayó la importancia para la sociedad europea del siglo XVII de la revolución copernicana (Martin, 2013:25) y de los descubrimientos de Galileo Galilei publicados en el *Sidereus Nuncius* en 1610, que pusieron de manifiesto a un Universo más grande del que se pensaba en el siglo XVI y principios del XVII, además de puntualizar el movimiento de los cuerpos celestes. Eso cambió la percepción del paso del tiempo en la sociedad europea del siglo XVII, se volvió una obsesión, lo que repercutió hasta en la expresión artística.

En el segundo obra aludida, *Cesto con frutas*, las frutas frescas al lado de las podridas, significan, alimento, en el caso de la fresca, y fruta echada a perder, en el caso de la podrida, pero juntas proyectan el significado del paso del tiempo. Este último es su punto de conexión y la hipótesis es la misma citada arriba.

Volviendo a Tamayo, antes de plantear cómo representa el silencio por medio de una metáfora, se subraya la alusión que el doctor Juan Granados hace en su libro *Hacia una estética prudencial*, de Juan Damasceno (676-749). Éste último, en sus *Discursos contra los que calumnian las imágenes santas*, define el ícono (*eikonas*) como copia de un original con cierta diferencia y lo ejemplifica con una pintura: “Puede representar la forma de un hombre pero no su vida ni sus capacidades anímicas”. Al respecto, Granados subraya que ese tipo de representación “hace patente lo oculto (...) viendo a un ser humano pintado, no podemos no ver, de alguna manera, lo otro que no se ve. Es como si el ícono que está en lugar de eso a lo que asemeja, se retirara para dar lugar a lo que no se ve” (Granados, 2019: 70-71). Esto quiere decir que en los lienzos del creador zapoteca el silencio no está plasmado como algo tangible, por ejemplo, como un color, no es un azul o un rojo. Está proyectado a través de la pincelada sublime salpicada sutilmente con trazos prehispánicos, por la geometría y por la disposición espacial de los objetos. Es posible entonces, por ejemplo, observar en el cuadro a un hombre de espaldas y aunque el silencio no es un objeto que esté

-por decirlo de algún modo- a un lado de ese hombre, el silencio queda expresado a través de la metáfora.

Acerca del silencio místico -que se manifiesta en algunas de las piezas de Rufino Tamayo-, Le Breton, en su libro *El silencio, aproximaciones*, se refiere al ermitaño: “La confrontación con el silencio, la soledad, el vacío, es una prueba de verdad (...) Hay que retirarse lo más posible dentro de uno mismo, profundizar siempre en el desierto interior”. Asegura que la mística “se alimenta del silencio; convierte las palabras en murmullos” (Le Breton, 2009: 139 y155).

En el caso del pintor oaxaqueño, cabe subrayar su interés por la ciencia, lo que probablemente lo alejó de su acercamiento a la religión católica, lo que sí sucedió cuando era niño, sin embargo, el misticismo ancestral manifiesto en el arte precolombino que asimiló, permeó varios de sus lienzos. “La trascendencia divina es inconmensurable para que pueda comprenderse con los medios humanos” (Le Breton, 2009: 157), de allí el papel del silencio, presente entre los trazos y colores del creador aludido.

En su texto, Le Breton dedica un subcapítulo a lo que denomina *Mística profana*, concepto que probablemente se identifique con el pensamiento del artista oaxaqueño, cuando tuvo mayor acercamiento a los descubrimientos científicos. “La mística profana se desarrolla fuera de los sistemas religiosos, aunque se sitúa bajo la órbita de lo sagrado” (Le Breton, 2009: 179). Y qué más éxtasis es para un artista que crear una obra de arte y más, cuando el artista es atrapado por la magnificencia del Cosmos.

3. Mirando el infinito (1932)

Para poder analizar esta obra, hay que iniciar cuando Rufino Tamayo era niño y vivía en Oaxaca. Su padre, Manuel Arellanes Saavedra, abandonó a su madre, Florentina Tamayo Navarro, cuando el pintor tenía seis años. Su dolor, y la asimilación del de su madre, definitivamente quedaron tatuados en su mente, lo que definió de alguna forma sus pinceladas y otras acciones, como abrirse paso en el universo artístico únicamente con el apellido de Florentina y señalar que su padre había fallecido en 1910, y no en 1967, cuando sucedió (Suckaer, 2000:18-24). Al deceso ficticio le siguieron dos reales: el 4 de octubre de 1909, el de su abuelo materno, Sebastián

Tamayo, quien el creador artístico considerara como su “padre”, y el 21 de mayo de 1911, cuando tenía once años, el de su madre, al parecer víctima de la tuberculosis. Florentina murió a los 34 años.

Después de la muerte, el silencio. Una infancia de abandono y muertes fue el cimiento que haría que Rufino Tamayo, en su vida posterior, a veces transmitiera una reserva pétrea [...] fue un hombre de pocas palabras [...] “El hecho de no tener padres desde niño fue muy doloroso; yo no sé qué habría sido de mi sin esa tía que se hizo cargo del huérfano que fui” (Suckaer, 2000: 32)

Se refería a la tía Amalia, hermana de su mamá, quien se lo llevó a la Ciudad de México meses más adelante. Ya en la capital del país, se decidió por el camino de la pintura y después de pasar por el academicismo en la Escuela Nacional de Bellas Artes –en 1915, como alumno supernumerario y de 1917 a 1920, como alumno regular–, que consideró anacrónico y limitante, y fue contratado en el Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía como Oficial Sexto Técnico, Primer Dibujante, adscrito a la Sección de Fomento de las Artes Industriales y Aborígenes, nombramiento que firmó el ministro de Educación, José Vasconcelos, el 3 de enero de 1922 (Von Ziegler 1991, 3-4). Las formas artísticas de los antiguos mesoamericanos las asimiló y transfiguró en su propio lenguaje al alimentarlo además, con las vanguardias europea que observó y digirió en Nueva York.

En busca de su propia ruta estética, vivió en esa ciudad en tres ocasiones: de 1926 a 1928, en 1931 y de 1936 a 1947, donde capturó mentalmente el postimpresionismo de Paul Cézanne, el cubismo de George Braque y Pablo Picasso, el fauvismo de Henri Matisse, y el surrealismo metafísico de Giorgio de Chirico, entre otros trazos.

¿Qué sucedió en 1932, cuando pintó *Mirando el infinito* (figura 1)? ¿Cómo está expresado el silencio? Cabe recordar la soledad que lo permeó desde que su papá los abandonó aunado a los dos fallecimientos arriba citados. Ese estado de ánimo lo llevó a permanecer en silencio en muchas ocasiones, como lo constató su sobrina María Eugenia Bermúdez (comunicación personal, julio de 2017), hija de Débora, hermana de la esposa de Tamayo, Olga Flores: “Él era sumamente callado, observador; claro que si había fiesta, bailaba [...] Yo creo que su infancia

fue bastante dura, era muy chiquito cuando murió su madre: rezaba, le sangraban las rodillas –por estar hincado–. Debió haber sido muy terrible la forma en que vivió de niño y después se quedó tan solo, claro con la tía Amalita”.

Alberto Blanco también se refiere al silencio de Tamayo:

Son muchas las personas que tuvieron la oportunidad de tratar a Tamayo que han hablado de su natural don de gente, de su franqueza, de su gusto por la música, de su buen trato y su cordialidad. Pero muchos han hablado también de lo difícil que era el trato con Tamayo, de su hieratismo y sus incómodos silencios. Para dar fe de la personalidad contrastada y dual, aquí [...] (la entrevista que Robert Valerio hizo en 1998 (a) [...] Sergio Hernández, artista plástico oaxaqueño: “A Tamayo lo vi dos veces, nunca platicué con él: me hubiera encantado. La segunda vez, cuando Cristina Gálvez me llevó a visitarlo en su casa [...] me senté y traté de animar a Tamayo: ‘Mire, conozco a Toledo... Toledo le manda saludos’. No abrió la boca. Silencio”. (Blanco, 2012).

El silencio se arraigó en su personalidad. A esto hay que agregar su segundo encuentro con la *gran manzana*. Decidió probar suerte nuevamente en 1931, cuando la gran depresión de 1929 había dejado en la quiebra a miles de personas en ese país. “Me fue peor que la primera vez. Hubo días en que no tenía nada qué comer”, aseguró el pintor, aún cuando su obra fue exhibida obteniendo crítica favorable (Suckaer et. al., 1987:140). Eso le provocó debilitamiento físico; con préstamos pudo regresó a México. Esta incertidumbre en su futuro, los malestares físicos y mentales y el silencio, hicieron catarsis en 1932 en *Mirando al infinito*.

En este gouache a primera vista se observan dos personajes de espaldas: un adulto y un niño; frente a éstos, una gran roca iluminada y atrás de ésta, un montículo de tierra. Frente a los dos personajes, al fondo, una luna amarillenta, y al lado derecho del personaje joven, tal vez adolescente, una vía del tren y un cableado telegráfico siguen su trazo recto, hacia el horizonte.

Esta obra la pintó un año después de haber regresado de Nueva York, donde la economía lo presionó. Aún cuando a partir del primero de enero de ese año obtuvo el puesto de profesor de dibujo y trabajos

manuales para escuelas primarias, dependiente del Departamento de la Sección de Dibujo y Artes Plásticas del Departamento de Bellas Artes (Suckaer, 2000:135), entre otras actividades que le ayudaron a solventar

gastos, las reminiscencias del abandono, los estragos corporales y emocionales generados en la ciudad cosmopolita, y la duda ante lo que se venía, dispararon su creatividad.



Figura 1. Rufino Tamayo, *Mirando al infinito*, gouache sobre papel, 32.4X47.9 cm, 1932 © D.R. Rufino Tamayo / Herederos / México / 2020 / Fundación Olga y Rufino Tamayo, A.C.

A la izquierda está el Tamayo adulto, y a la derecha, el Tamayo niño. Los dos ven hacia el fondo, al cuerpo celeste y al horizonte, donde se pierde la vía del tren. Pareciera que los dos -que es el mismo- están frente a su destino: el adulto se sumerge entre el océano anímico ante un horizonte todavía sin respuesta. Por ello está a su lado el acólito, el pequeño que formó parte del coro de la iglesia, el que después de la tremenda soledad no tenía trazada la vía a seguir: la sensación dual es la misma. La gran roca blanca iluminada, pareciera ser el freno interior impuesto, el que es necesario rebasar,

brincar, quitar, porque al otro lado está el objeto celeste, el que aunque inalcanzable de manera tangible, lo reconforta y le ilumina su trazo de vida.

Están significativamente de espaldas: dan la espalda al pasado, al dolor, al fracaso. Así lo quiere Tamayo. Ya antes hizo algo similar el autor romántico Caspar D. Freidrich (1774-1840) en su lienzo *Viajero junto a un mar de niebla* (1818), donde pinta la soledad del hombre del siglo XIX. El personaje, un hombre ciudadano, da la espalda a la urbe para permitir que la naturaleza lo atrape; porque la primera, ha enterrado el contacto

con la segunda y con lo divino. En ambos cuadros, los protagonistas prefieren comulgar con el silencio ante la hecatombe que han confrontado.

¿Y la metáfora del silencio, cómo está representada en *Mirando el infinito*? Siguiendo lo señalado por Peirce respecto a la metáfora, se puede decir que, entre otros signos, están los de los dos personajes de espaldas, cuyo significado corporal simple es permanecer en cierta postura, pero el significado paralelo es el mostrar rechazo a lo que está atrás en su vida, no lo quieren ver, para colocar la mirada hacia adelante (decir esto a través de aquello). Su punto de conexión es el silencio, porque ambos están frente a un cuerpo cósmico capaz de sugerir misticismo. Como señala Bretón, en Tamayo se transforma en un misticismo profano; la luna llena sublima al personaje dual y lo conmina al silencio. En esa época de incertidumbre por enfrentarse consigo mismo al canalizar sus emociones a través del arte, en que sufre problemas estomacales por haber sufrido hambre, y con posibles conflictos con la pintora María Izquierdo (terminó su relación con ella en 1933), necesita silenciarse para poder trasladarse sobre las vías de su destino, significadas por el signo de las vías del tren. Es una metáfora.

El objeto selenita pasa a ser un símbolo desde la propuesta de Peirce:

Un símbolo no puede indicar ninguna cosa particular, denota una clase de cosas [...] Puedes escribir la palabra "estrella", pero eso no te convierte en creador de la palabra, ni tampoco si la borras has destruido la palabra. La palabra vive en las mentes de aquellos que la usan. Incluso si están todos dormidos, existe en su memoria [...] Un símbolo, una vez que es, se extiende entre la gente. En el uso y en la experiencia, su significado crece. Palabras tales como fuerza, ley, riqueza, matrimonio, tienen para nosotros significados muy diferentes de aquellos que tenían para nuestros bárbaros antepasados. La fogata que se enciende para avisar es un "símbolo", esto es, una señal sobre la que se está de acuerdo; una bandera o estandarte es un "símbolo". (Peirce, 2011:12).

Queda claro que desde el punto de vista de Peirce, el símbolo es convencional y su evolución depende de la cultura donde se gestó, como ya se dijo. Nuestro satélite en Mesoamérica simbolizó a una deidad importante, y según la antropóloga Yólotl González Torres, sus imperturbables fases, fueron relacionadas con el tiempo y el destino, "con la regeneración periódica y con el cambio marcado de la oposición de la luz

y la oscuridad". Al desaparecer en las noches, la vinculaban con los antepasados y con los ritos de iniciación, "la mayor parte de los cuales tienen un significado de renacimiento" (González Torres, 2011). Se subraya Mesoamérica, porque esa cultura lo marcó y formó parte de su paleta y pincel, además de que en la obra aludida Tamayo expresó el silencio como un ritual místico, antes de renacer entre los escombros emocionales.

La luna está presente en varias de sus obras -amarilla, blanca, eclipsada y eclipsando al Sol-, y de acuerdo a los trazos con que representa a los personajes y el mundo alrededor de ellos, puede simbolizar temor, magnificencia o, como en este caso, un objeto celeste que hipnotiza al Tamayo dual para dejar atrás el ruido físico y mental. De allí, como un punto de partida, los personajes deberán avanzar, como la tecnología, significada asimismo por el cableado telegráfico que está a un lado de la vía-destino tamayesco. Y para avanzar, hay que tropezar, chocar, caer y quitar lo que estorba.

La referencia al cuerpo celeste da motivo para subrayar que el silencio implícito en los personajes, está acompañado por el del Universo que los cobija. Alexéi Leónov, uno de los dos cosmonautas rusos que en 1965 viajó en la nave *Vosjod-2*, y quien realizó la primera caminata espacial, estuvo fuera de la nave 23 minutos y 41 segundos y pasó la mitad de este tiempo en movimiento libre a unos cinco metros de ésta. Años después, recordando esa odisea, subrayó: "Al abrir la escotilla vi un cielo lleno de estrellas brillantes y la Tierra completamente redonda. Podía ver Europa debajo de mí. Había mucho silencio, un silencio absoluto, todo estaba muy quieto. Tenía una sensación muy rara, imposible de imaginar" (Bastida, Gemma [2007]).

¿Por qué había ese silencio? Porque el sonido es una onda de presión y necesita un medio elástico para propagarse. El vacío del espacio no es un medio elástico, ya que el gas interestelar es mucho menos denso que el de nuestra atmósfera. El aire terrestre tiene aproximadamente 30 trillones de millones de átomos por centímetro: el espacio exterior, en comparación, menos de dos. Por eso, los viajeros estelares se quedan sordos en el espacio, aunque eso no significa que no haya ruido.

Algunos fenómenos, como los agujeros negros, dan su propia nota sonora. Los astrónomos que detectan lo que ocurre en el cielo a través del Observatorio de Rayos-X *Chandra*, de la NASA, en 2012 encontraron, por primera vez, ondas sonoras procedentes de un agujero negro super

masivo ubicado en la constelación Perseo. Esta nota es la más grave que se ha detectado en nuestro Universo y tiene una frecuencia mil millones de veces más grave que el umbral de detección del oído humano.

Esto quiere decir que de manera natural hay silencio en el Cosmos. El paisaje nocturno entonces, se integra sin artificios a la metáfora tamayesca silente. La observadora-autora del artículo, realizó abducción entre el pasado y la época en que el autor creó la obra (su presente), para plantear una nueva alternativa de lectura (la que se expone arriba) resultante de la conexión y paralelismo entre los signos presentes en *Mirando al infinito*.

4. Hombre confrontando al infinito (1967)

Como se señala en la Introducción, la posguerra marcó la línea estética de Rufino Tamayo. Cuando vivió por tercera vez en Nueva York –de 1936 a 1947–, las noticias de lo que sucedía entre los países participantes en la Segunda Guerra Mundial llegaban a Estados Unidos, hechos que le angustiaban. El infierno en la Tierra sucedió cuando explotaron las bombas atómicas; para el pintor significaba una barbarie utilizar la tecnología y la ciencia física en contra de la humanidad. Varias veces en su vida se refirió a ese tema, al que anteponía el arte como tabla de salvación. Aquí, parte de lo que expresó cuando ingresó al Colegio Nacional, el 21 de mayo de 1991:



Figura 2. Rufino Tamayo, *Hombre confrontando al infinito*, óleo/tela. 50x40 cm, colección particular, México, 1967 © D.R. Rufino Tamayo / Herederos / México / 2020 / Fundación Olga y Rufino Tamayo, A.C.

Hoy, nuestros mismos inventos, nuestros grandes avances técnicos y científicos son los brazos de la irracionalidad, la crueldad, la soberbia y el crimen [...] ¿Dónde encontrar, entonces, el sustento de una humanización? [...] El hombre cuenta con muchos terrenos donde explorar. El arte es uno de ellos [...] Para mi, esta realidad ha sido clara desde el término de la Segunda Guerra Mundial, cuando se hizo evidente la urgencia de que los artistas reflexionáramos sobre las consecuencias de los cambios inherentes (Tamayo, 1991).

A manera de catarsis, el arte cósmico de Tamayo se detona de forma contundente en 1946, después de las heridas de la guerra (varias de las piezas se citan en la *Introducción*). El cometa Halley emergió de su archivo mental para surcar la bóveda celeste en varias de sus obras –*Mujeres alcanzando la luna* (1946), *Los astrólogos de la vida* (1947), *El hombre* (1953), el mural *Hombre frente al infinito* (1971), entre otras-. El núcleo congelado con su larga cabellera anuncia el sustento que él propone para la evolución: el desarrollo artístico, científico y tecnológico, dirigido en pro –y no en contra– de la humanidad.

En esta época su interés por el cosmos ya es palpable, tal como lo confirman algunas entrevistas. A continuación, dos ejemplos: “Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, y de los bombardeos a Hiroshima y Nagasaki, comencé a reflexionar sobre las implicaciones de la era espacial y realicé las primeras pinturas con constelaciones proyectándose a través del espacio” (Genauer, 1973:58). A la reportera Manola Saavedra le expresó: “Yo fui de los primeros pintores en Nueva York que se preocupó por el infinito [...] precisamente a consecuencia de que en esa época se empezó a hablar de satélites artificiales, naves espaciales y cosas de esas” (Saavedra, 1981).

Esa pasión lo condujo a la NASA entre 1967 y 1968 –junto con Duchamp, Matta y otros cuatro artistas que también fueron–, donde intercambió ideas sobre ciencia y arte con ingenieros y científicos de esa Agencia. Esas acciones, sus lecturas sobre ciencia, el cúmulo de formas estéticas que asimiló y transfiguró, y su vida personal, dieron lugar a *Hombre confrontando al infinito* (figura 2).

El 10 de agosto de 1967 falleció su papá, Manuel Arellanes Saavedra. No se sabe si ese lienzo ya lo trabajaba cuando eso sucedió y es probable que, por lo

menos, estuviera enterado de que su estado de salud era precario, porque aún con el abandono mantuvo contacto con él: “Aunque distante, la relación entre padre e hijo se mantuvo hasta el final de la vida de aquél. Asimismo, según palabras de la familia paterna, ocasionalmente Tamayo visitaba a su padre” (Suckaer, 2000:23–24). La muerte siempre marca, en el silencio se busca un refugio.

Por otro lado, en ese año cumplió 50 años como creador artístico. Una gran muestra de su trabajo se presentó en el Palacio de Bellas Artes. Un año antes, Tamayo conversó con Elena Poniatowska y le anunció que en esa exposición sólo se exhibirían cuadros de 1950 a 1960, no una retrospectiva “porque eso da la impresión de que ya el pintor se acabó [...] Servirá para demostrar que estoy en evolución” (Suckaer, 2000: 310). El seguir en evolución implica momentos de silencio, de reflexión, de poner un alto y ver hacia dónde se quiere ir. Esas vivencias y pensamientos, son cimientos de la génesis de la obra.

Lo que se observa en ésta es a un personaje que pareciera haber sido labrado en sus formas básicas –el triángulo y el círculo– en una piedra de obsidiana. Está de espaldas al espectador, mirando una pirámide oscura y un Sol rojo, un Sol naciente o que está viajando hacia el inframundo.

El personaje está azorado, meditando frente al infinito representado por la estrella generadora de la vida. La metáfora que provoca la proyección del silencio está dada por la posición de espaldas del personaje-totem y su demostración de no querer hablar, que es el signo oculto pero presente. La enfermedad o muerte de su papá probablemente lo conducen a la búsqueda de la conciliación y por lo tanto, al silencio doloroso. Asimismo, se refugia en la soledad para confrontarse y renacer, como artista, como cada día lo hace nuestra estrella. Las obras resultantes de sus 50 años de creador son producto de las transfiguraciones que hace después de beber entre la piedra esculpida, la multiperspectiva analítica y sintética, los colores de la ropa de los santos y las frutas de la merced, el satélite natural y el artificial y lo onírico, y de confrontarse para defender su línea estética ante quienes la quisieron poner en duda.

Si se considera al Sol presente en *Hombre confrontando al infinito* como un símbolo, se puede decir que es un caso particular: casi se puede asegurar que en todo el planeta es considerado como responsable de que

existan la flora, la fauna y otros reinos. Sorprendió a los primeros hombres en la faz de la Tierra, fue deificado como Tonatiuh, Itzamná u Horus; ha sido estudiado y observado, y a la fecha las agencias espaciales siguen analizando cómo funciona su núcleo y polos magnéticos a través de misiones como *Gaia o Solar Orbiter*, que será lanzada en 2021, porque es nuestra fuente de energía. El Sol encierra una ancestral carga mística que Tamayo absorbió al conocer el arte de la cosmogonía mesoamericana.

En abril de 1968, Octavio Paz escribió: “Si se pudiese decir con una sola palabra qué es aquello que distingue a Tamayo de los otros pintores de nuestro tiempo, yo diría sin vacilar: sol. Está en todos sus cuadros, visible o invisible; la noche misma no es para Tamayo sino sol carbonizado” (Paz, 1987: 369)

El silencio del Universo nuevamente está presente en la obra aludida, y es tal, que genera en el personaje y en el espectador el sentimiento de lo sublime postulado por Emmanuel Kant (1724-1804), aquel que ante la naturaleza abrumadora (como es el Universo), corrobora su inconmensurabilidad, ante la cual toda otra cosa es pequeña. “Lo sublime, es lo que no puede ser concebido sin revelar una facultad del espíritu que excede toda medida de los sentidos” (Kant, 1998, 73).

Al mismo tiempo, la mole triangular terrosa al fondo del cuadro, recuerda lo que el pintor le indicó a Víctor Alba: “El arte precortesiano no busca elevarse hacia Dios, como el gótico, sino sólo acercarse a él para gritarle y pedirle su tolerancia: de ahí lo macizo de nuestras pirámides” (Alba, 1956:78). Tamayo quiere gritar a través del silencio, confronta al Universo de forma dual: como el antiguo sacerdote-astrónomo y como el hombre contemporáneo. Lo enfrenta a manera de ritual contemplativo, sagrado, para emerger nuevamente.

Hombre confrontando al infinito crea nuevos signos a partir de otros que en la primeridad no llevan al proceso de abducción, que se da al intelectualizarlos y re-crearlos.

Conclusión

Se ha demostrado como las obras *Mirando al infinito* y *Hombre confrontando al infinito* de Rufino Tamayo proyectan el silencio a través de la metáfora, según la plantea Charles Peirce e incluyendo el énfasis que este

filósofo otorga al razonamiento abductivo. No son los únicos lienzos del arte cósmico de este autor que expresan lo señalado, por lo que se sigue el trabajo de investigación en esa línea. Además, este tema ha sido poco desarrollado por otros investigadores y críticos de arte, por lo tanto, lo que se desea es aportar elementos para interpretar de una mejor manera lo que este pintor creó con la paleta y el pincel; son aportaciones que pretenden enriquecer la lectura de su obra y de la historia del arte en general. Este artículo ofrece herramientas para ahondar en el tema.

Referencias bibliográficas

- Agudelo Rendón, Pedro [2018]. *Uno, dos, tres. Ensayo sobre el arte desde la semiótica filosófica de Ch. S. Pierce*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Alanís, Judith y Urrutia, Sofía [1987]. *Rufino Tamayo, una cronología/ 1899-1987*. México: Museo Tamayo, INBA, SEP. Editorial Esfuerzo, S.A.
- Alba, Víctor [1956]. *Coloquios de Coyoacán con Rufino Tamayo*. México: Col. Panoramas. Costa Amic Editores.
- Amador, Julio. “Figuras y narrativas míticas de lo indígena prehispánico en el mural Dualidad de Rufino Tamayo”. Universidad Nacional Autónoma de México Año LVI, núm. 213. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* (septiembre-diciembre): 2011, 93-124.
- Ávila Jiménez, Norma. “La proyección de la astronomía y la era espacial en la obra de Rufino Tamayo (1946-1989)”. Tesis de Maestría. México: Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Bellas Artes. 2002
- Ávila Jiménez, Norma [2010]. *El arte cósmico de Tamayo*. México: Editorial Praxis, Instituto de Astronomía UNAM y Conacyt, 2010.
- Bambi [9 de mayo de 1972]. Rufino Tamayo relata los pecados de su infancia. Periódico *Excelsior*. Sección *Cultura* 2-3 y Sección B 2B-3B.
- Bastida, Gemma [2007]. El silencio impresionó al pionero espacial. Extraído el 20 de agosto desde: https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/sociedad/silencio-impresiono-pionero-espacial_328603.html
- Blanco, Alberto. [Diciembre 2012]. Rufino Tamayo. Más

- allá de la dualidad. *Revista Universidad Nacional*, 106, 45-56.
- Barreto, Waldir (2014). Lo sublime, de la palabra al silencio. *Mirabilia: electronic journal of antiquity and middle ages*, 18, 295-302. Extraído el 14 de agosto de 2019 desde: <https://www.raco.cat/index.php/Mirabilia/article/view/30586>.
- Beuchot, Mauricio (1997). *Tratado de Hermenéutica Analógica. Hacia un nuevo modelo de interpretación*. México: Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.
- Beuchot, Mauricio (2015). *Los procesos de la interpretación*. México: Coordinación de Difusión Cultural, Dirección de Literatura, UNAM.
- Díaz Gómez, José Luis (2016). *Frente al cosmos. Esbozos de cosmología cognitiva*. México: Editorial Herder.
- Eder, Rita (1997). El espacio y la posguerra en la obra de Rufino Tamayo. En *XIX Coloquio Internacional de Historia del Arte. Arte y Espacio*. México: UNAM..
- Galindo Trejo, Jesús (1994). *Arqueoastronomía en la América Antigua*. México: Conacyt. *Colección La ciencia y la tecnología en la historia*.
- Genauer, Emily (1973). *Rufino Tamayo*. New York. Japan: Harry N. Abrahams, inc. Publishers.
- Granados Valdéz, Juan (2019). *Hacia una estética prudencial*. México: Editorial Infinita.
- González Torres, Yólotl (2011). Algunos aspectos del culto a la Luna en el México Antiguo. *Estudios de cultura nahuatl*. 131, 113-127. Extraído el 31 de marzo de 2020 desde: <http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/revistas/nahuatl/pdf/ecn10/131.pdf>.
- Kant, Emanuel (1990). *Observaciones acerca del sentimiento de lo bello y lo sublime*. Madrid: Alianza Editorial.
- Kant, Emmanuel (1998). *Crítica del juicio*. México: Editores Mexicanos Unidos, S.A.
- Kowsan, Tadeo (1997). *El signo y el teatro*. España: Arco Libros. Colección Perspectivas.
- Le Breton, David (2009). *El silencio, aproximaciones*. Madrid: Ediciones Sequitur.
- Marcos Carretero, Mar (2018). Silencio y visualidad. Representaciones del silencio en el arte contemporáneo (1999-2010). México: Editorial Clave- UAQ.
- Martin, John Rupert. Barroco. Extraído el 20 de agosto desde: https://esfingenews.files.wordpress.com/2013/10/rupert_martin_barroco_intro.pdf
- Mohammadi Shirmahaleh, Shekoufeh (2010) *Iconicidad metafórica de Charles S. Peirce, aspectos teóricos y aplicaciones lingüísticas*. Extraído el 15 de junio desde: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/24459>
- Navarrete, Sylvia (2017). Catálogo de la exposición Rufino Tamayo, el éxtasis del color. México: Secretaría de Cultura, Instituto Nacional de Bellas Artes.
- Paz, Octavio (1987). *México en la obra de Octavio Paz III. Los privilegios de la vista*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Paz, Octavio (1997). Tamayo en la pintura mexicana. en *Catálogo de la exposición. Fundación Proa*. Extraído el 30 de abril de 2019 desde: <http://proa.org/esp/exhibicion-proa-rufino-tamayo-textos.php#82>.
- Pereda, Juan Carlos (1997). Rufino Tamayo. *Catálogo de la exposición. Fundación Proa*. Extraído el 30 de abril de 2019 desde: <http://proa.org/esp/exhibicion-proa-rufino-tamayo-textos.php#85>.
- Peirce, Charles (2011). El ícono, el índice y el símbolo. *Selección de los editores de C.P. Universidad de Navarra*. Extraído el 14 de septiembre de 2019 desde: <https://www.unav.es/gep/IconoIndiceSimbolo.html>
- Peirce, Charles (2014): *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, vol. 1-6. Extraído el 18 de agosto de 2020 desde: <https://colorsemiotica.files.wordpress.com/2014/08/peirce-collectedpapers.pdf>
- Saavedra, Manola (1981). Rufino Tamayo cuenta cómo nació su museo. *Revista Claudia* Junio, 87.
- Sainz, Luis Ignacio (1999). Los rasgos plásticos de Rufino Tamayo. *Revista de Difusión Cultural de la UAM*. Extraído el 20 de febrero de 2019 desde: <http://www.uam.mx/difusion/revista/dic99/sainz.html>.
- Sontag, Susan (2007). La estética del silencio. En *Susan Sontag Estilos radicales (13-50)* Barcelona: De Bolsillo.
- Suckaer, Ingrid et. al (1987). "Rufino Tamayo, un enfoque juvenil" en Raquel tibil (Ed.), *Rufino Tamayo. Antología crítica* (pp.137-163). México: Editorial Terranova.

- Suckaer, Ingrid (2000). *Rufino Tamayo. Aproximaciones*. México: Editorial Praxis.
- Suckaer, Ingrid (2013). Rufino Tamayo. Cronología. Oficina de Derechos de Autor Rufino Tamayo. Extraído el 11 de noviembre de 2019 desde: <http://www.rufinotamayo.org.mx/wp/wp-content/uploads/2013/12/Cronolog%C3%ADa-Rufino-Tamayo-2009-Ingrid-Zuckaer-oficina-derechos-autor-rufino-tamayo.pdf>
- Shekoufeh, Mohammadi Shirmahaleh. *Iconicidad metafórica de Charles S. Peirce, aspectos teóricos y aplicaciones lingüísticas*. [Tesis doctoral, Universidad de Alicante]. <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/24459>
- Tamayo, Rufino (2013). *Discurso de ingreso. 21 de mayo de 1991*. México: El Colegio Nacional.
- Tibol, Raquel (Ed.) (1987) *Rufino Tamayo 70 años de creación*. México: INBA, SEP, Museo de Arte Contemporáneo Rufino Tamayo.
- Tibol, Raquel (1988). Tránsito de Tamayo hacia las fuentes. *Revista de la Universidad de México*. 451 (25-28). Extraído el 10 de febrero de 2019 desde: http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/ojs_rum/index.php/rum/article/view/12813/0
- Tibol, Raquel (1997). Su plataforma estética. Catálogo de la exposición. Fundación Proa. Extraído el 30 de abril de 2019 desde: <http://proa.org/esp/exhibicion-proa-rufino-tamayo-textos.php#81>.
- Visokolskis, Sandra (2006). Metáfora, ícono y abducción en C.S. Peirce. Extraído el 10 de agosto de 2020 desde: <https://www.unav.es/gep/IIPeirceArgentinaVisokolskis.html#:~:text=Pero%20de%20todos%20los%20tipos,por%20su%20peculiar%20duplicidad%20significacional.&text=En%20s%C3%ADntesis%2C%20lo%20que%20la,oculta%20pero%20que%20debe%20existir>.
- Von Ziegler, Jorge (1991). Tamayo educador. *Tierra adentro*. 56 (3-7).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

