



Ambiens Techné et Scientia México

Vol. 8

No. 1

Enero-Junio / January-June 2020

Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México, A.C.,

RACAM

ISSN-2954-3622

Directiva / Directive**Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México, RACAM**

María del Carmen Durán-Domínguez, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
Presidente

Julio Alberto Solís-Fuentes, Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana Xalapa, México
Vice-Presidente

María Irene Cano-Rodríguez, Universidad de Guanajuato, México
Tesorera

Red Internacional de Ciencias Ambientales

Beatriz Espinosa-Aquino, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México
Secretaria Ejecutiva

Stanley E. Manahan, University of Missouri, Prof. Emérito, EE. UU. (U. S.)
Miembro Emérito

Editores

Marisela Bernal-González
Directora (Editora-en-Jefe)

Beatriz Espinosa-Aquino
Directora adjunta (Editora -en-Jefe adjunta)

Rolando Salvador García-Gómez
Director administrativo (Editor técnico)

Samuel Mendoza-Pérez
Director administrativo adjunto (Editor técnico adjunto)

Consejo Editorial por líneas temáticas (orden alfabético) / Editorial Board by subject lines**CIENCIAS AMBIENTALES / Environmental Sciences**

Telma Gloria Castro-Romero, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
Georgina Fernández-Villagómez, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
Peter Kuschkt, Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Germany
Luisa T. Molina, Molina Center for Energy and the Environment (MCE2), La Jolla, EE. UU. (U. S.)

CIENCIAS DE LA SALUD / Health Sciences

Ruth Bustamante-García, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
E. Martha Pérez-Armendáriz, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México

CIENCIAS EXACTAS / Exact Sciences

Ronny Adrián Flores-Ortega, Departamento de Química, Universidad Central del Ecuador, Ecuador
Stanley E. Manahan, Emeritus Professor, University of Missouri, EE. UU. (U. S.)
Tania M. Tavares, Universidade Federal da Bahia, Brasil

CIENCIAS NATURALES / Natural Sciences

Andreas Loibner, Bodenkultur Universität Vienna, BOKU, Austria
Irina Salgado-Bernal, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba

CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES / Social Sciences and Humanities

Ann Cyphers, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
Antonio Francisco Díaz-García, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
Evgenia Roubina Milner, Facultad de Música, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México

INNOVACIÓN EDUCATIVA / Innovative Education

Octavio García-Madáhuar, M.A., Universidad Autónoma de Yucatán, México
Andoni Garriz-Ruiz†, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México
Armando Rugarcía-Torres, Universidad Iberoamericana, México

USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA / Efficient Use of Energy

Enrique Rodolfo Bazúa-Rueda, Facultad de Química, UNAM, México
John M. Prausnitz, Chemical and Biochemical Engineering Department, University of California, Berkeley, EE. UU. (U. S.)
Juan H. Vera, Emeritus Professor, Chemical Engineering Department, McGill University, Canadá

TECNOLOGÍAS VERDES / Green Technologies

Alberto Florentino Aguilera-Alvarado, Departamento de Ingeniería Química. División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato, México
Francisco José Barnés-de-Castro, Facultad de Química UNAM, México, Comisión Reguladora de Energía, CRE, México
Mariana de los Angeles Cordovés-Herrera†, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de La Caña de Azúcar, ICIDCA, La Habana, Cuba
Manuel Enríquez-Poy, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, Grupo Machado, Ingenio Central Motzorongo, México
Luis Eduardo Zedillo-Ponce-de-León†, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, IPN, Director General del Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (Copaes), México

CINTILLA LEGAL DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS / Legal data, copyright and related rights

Revista electrónica de trabajos selectos: *Ambiens, Techné et Scientia México*, Año 8, No. 1, enero-junio 2020, es una Publicación semestral editada por la Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México, A.C., Av. Churubusco 480, Col. El Retoño, Alcaldía Iztapalapa, 09440 Ciudad de México, Tel. (55) 5622-5300, www.ambiental.unam.mx/albunimagenes/Revista.pdf (temporal), atsmexico.org/atsm (definitiva). Editor responsable: Marisela Bernal-González. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-061617442800-102, ISSN 2954-3622, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Rolando Salvador García-Gómez, Av. Churubusco 480, Col. El Retoño, Alcaldía Iztapalapa, 09440 Ciudad de México, fecha de última modificación, 30 de junio de 2020.

Los artículos han sido arbitrados por pares -modalidad doble ciego- y reflejan opiniones de la exclusiva responsabilidad del(a) o de los(as) autores(as). Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización. / *The articles have been arbitrated by peers -double blind modality- and reflect opinions of the exclusive responsibility of the author(s). The total or partial reproduction of the contents and images of the publication without prior authorization is prohibited.*

Presentación

En esta presentación correspondiente al Vol. 8, número 1, 2020, de la revista *Ambiens, Techné et Scientia México* hablaremos de un caso insólito en nuestro planeta Tierra. La invasión a la raza humana de un virus que ha tomado por sorpresa a pobres y ricos, a naciones en el hemisferio norte y el sur, en fin, a toda la humanidad.

Se han anunciado los nombres oficiales del virus responsable del COVID-19 (anteriormente conocido como “nuevo coronavirus de 2019”) y la enfermedad que causa. Los nombres oficiales son:

Coronavirus SARS-CoV-2 (epidemia de Covid-19)

por *severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)*, síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2).

¿Por qué el virus y la enfermedad tienen nombres diferentes?

Los virus y las enfermedades que causan tienen en algunos casos nombres diferentes. Por ejemplo, el VIH es el virus que causa el SIDA. Las personas pueden conocer el nombre de una enfermedad, pero no el nombre del virus que la causa. Existen diferentes procesos y propósitos para nombrar virus y enfermedades. Los virus se nombran en función de su estructura genética para facilitar el desarrollo de pruebas de diagnóstico, vacunas y medicamentos. Los virólogos y la comunidad científica en general hacen este trabajo, por lo que los virus son nombrados por el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (*ICTV*, por sus siglas en inglés). Las enfermedades se nombran para permitir el debate sobre la prevención, propagación, transmisibilidad, gravedad y tratamiento de enfermedades. La preparación y respuesta a las enfermedades humanas es función de la OMS, por lo que la OMS menciona oficialmente las enfermedades en la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE). El *ICTV* anunció “coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2)” como el nombre del nuevo virus el 11 de febrero de 2020. Se eligió este nombre porque el virus está genéticamente relacionado con el coronavirus responsable del brote de SARS de 2003. Si bien están relacionados, los dos virus son diferentes. La Organización Mundial de la Salud, OMS, anunció “COVID-19” como el nombre de esta nueva enfermedad el 11 de febrero de 2020, siguiendo las directrices previamente desarrolladas con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

La OMS y el *ICTV* se comunicaron sobre el nombre tanto del virus como de la enfermedad.

- Palabras del Director General de la OMS ante los medios de comunicación el 11 de febrero de 2020

Las cifras mundiales de personas contagiadas y fallecidas, considerando la población mundial hasta el momento no son tan aterradoras como las de la peste negra del siglo XIV. La siempre consultada y no siempre apreciada Wikipedia señala: “La peste negra o muerte negra fue la pandemia de peste más devastadora en la historia de la humanidad que afectó a Eurasia en el siglo XIV y que alcanzó un punto máximo entre 1347 y 1353. Es difícil conocer el número de fallecidos, pero modelos contemporáneos los calculan entre 75 y 200 millones, equivalente al 30-60% de la población de Europa, siendo un tercio una estimación muy optimista.¹ La teoría aceptada sobre el origen de la peste explica que fue un brote causado por una variante de la bacteria *Yersinia pestis*.^{2,3,4} Es común que la palabra «peste» se utilice como sinónimo de «muerte negra», aún cuando aquella deriva del latín «*pestis*», que significa, «enfermedad» o «epidemia» y no del agente patógeno.”

Así que, siguiendo las recomendaciones de la OMS y de nuestras autoridades sanitarias nos encontramos todos reclusos para evitar los contagios, lavándonos las manos como nunca y usando una mascarilla de tipo quirúrgico, equivocadamente conocida como “cubre bocas” cuando debiera cubrir tanto la nariz como la boca para evitar que nuestras exhalaciones que contienen gotículas de vapor de agua (el conocido vaho), que podrían llevar al virus, contagien a los demás. Un “instrumento” evidentemente altruista cuando se usa apropiadamente ya que nos previene de contagiar al prójimo. El propio Mario Molina, nuestro querido y apreciado Premio Nobel de Química 1995, lo recomienda para que no dañemos a los demás.

Finalmente, comentaremos que este número trae artículos de extraordinario relieve cultural y científico, mostrando la verdadera faceta de la creatividad humana, aún en tiempos del COVID-19.

Bienvenidos a este foro de las redes fraternas y sororales:

Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México

y

Red Internacional de Ciencias Ambientales

desde la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La editora-en-jefe

-
1. 1 Referencias de Wikipedia: [Leegaard, Lone; Bastrup, Mads](#) (s.f.). «[The plague in Europe](#)» (vídeo). Copenhague: DR. Consultado el 26 de diciembre de 2013.
 2. [Haensch, Bianucci y Signoli, 2010](#).
 3. [«Comunicado de la Universidad de Tubinga: "Se demuestra la relación de la bacteria *Yersinia pestis* con la Muerte Negra. \(Black Death Bacterium Identified\)»](#) (en inglés). [Eberhard Karls Universität Tübingen](#). Consultado el 18 de noviembre de 2011.
 4. [V. J. Schuenemann, K. Bos, S. DeWitte, S. Schmedes, J. Jamieson, A. Mittnik, S. Forrest, B. K. Coombes, J. W. Wood, D. J. D. Earn, W. White, J. Krause, H. N. Poinar: PNAS Plus: Targeted enrichment of ancient pathogens yielding the pPCP1 plasmid of *Yersinia pestis* from victims of the Black Death. In: Proceedings of the National Academy of Sciences., S., doi 10.1073/pnas.1105107108.](#)

Presentation

In this presentation corresponding to Vol. 8, number 1, 2020, of the Ambiens, Techné et Scientia México magazine, we will talk about an unusual case on our planet Earth. The invasion of the human race by a virus that has taken the rich and poor, nations in the northern and southern hemispheres by surprise, in short, all of humanity.

The official names of the virus responsible for COVID-19 (previously known as “2019 novel coronavirus”) and the disease it causes have been announced. The official names are:

Coronavirus SARS-CoV-2 (Covid-19 epidemic)

by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2).

Why do the virus and disease have different names?

Viruses and the diseases they cause sometimes have different names. For example, HIV is the virus that causes AIDS. People may know the name of a disease, but not the name of the virus that causes it. There are different processes and purposes for naming viruses and diseases. Viruses are named based on their genetic makeup to facilitate the development of diagnostic tests, vaccines, and drugs. Virologists and the scientific community in general do this work, which is why viruses are named by the International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Diseases are named to allow discussion of disease prevention, spread, communicability, severity, and treatment. Preparedness for and response to human disease is a function of WHO, which is why WHO officially lists diseases in the International Classification of Diseases (ICD). The ICTV announced “severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2)” as the name of the new virus on February 11, 2020. This name was chosen because the virus is genetically related to the coronavirus responsible for the SARS outbreak, 2003. Although related, the two viruses are different. The World Health Organization, WHO, announced “COVID-19” as the name of this new disease on February 11, 2020, following guidelines previously developed with the World Organization for Animal Health (OIE) and the United Nations Organization. Food and Agriculture Organization (FAO).

The WHO and the ICTV communicated on the name of both the virus and the disease.

Remarks by the Director General of WHO to the media on February 11, 2020

The world figures of infected and deceased people, considering the world population so far, are not as terrifying as those of the black plague of the fourteenth century. The always consulted and not always appreciated Wikipedia points out: “The Black Death or Black Death was the most devastating plague pandemic in human history that affected Eurasia in the 14th century and peaked between 1347 and 1353. It is difficult to know the number of deaths,

but contemporary models estimate them to be between 75 and 200 million, equivalent to 30-60% of the population of Europe, a third being a very optimistic estimate². The accepted theory about the origin of the plague explains that it was an outbreak caused by a variant of the *Yersinia pestis* bacterium.^{6,7,8} It is common for the word «plague» to be used as a synonym for «black death», even when that It derives from the Latin “pestis”, which means “disease” or “epidemic” and not from the pathogenic agent.

So, following the recommendations of the WHO and our health authorities, we are all confined to avoid contagion, washing our hands like never before and wearing a surgical-type mask, mistakenly known as a "face mask" when it should cover both the nose and the head. mouth to prevent our exhalations that contain droplets of water vapor (the well-known vapor), which could carry the virus, from infecting others. An evidently altruistic "instrument" when used appropriately as it prevents us from infecting others. Mario Molina himself, our beloved and appreciated 1995 Nobel Prize in Chemistry, recommends it so that we do not harm others.

Finally, we will comment that this issue brings articles of extraordinary cultural and scientific relevance, showing the true facet of human creativity, even in times of COVID-19.

Welcome to this forum of fraternal and sororal networks:

Network for the Analysis of Environmental Quality in Mexico

and

International Network of Environmental Sciences

from the Faculty of Chemistry of the National Autonomous University of Mexico.

The editor-in-chief

5. 2Referencias de Wikipedia: [Leegaard, Lone; Baastrup, Mads](#) (s.f.). «[The plague in Europe](#)» (video). Copenhagen: DR. Consultado el 26 de diciembre de 2013.

6. [↑ Haensch, Bianucci y Signoli, 2010.](#)

7. [↑ «Comunicado de la Universidad de Tubinga: "Se demuestra la relación de la bacteria *Yersinia pestis* con la Muerte Negra. \(Black Death Bacterium Identified\)»](#) (en inglés). [Eberhard Karls Universität Tübingen](#). Consultado el 18 de noviembre de 2011.

8. [↑ V. J. Schuenemann, K. Bos, S. DeWitte, S. Schmedes, J. Jamieson, A. Mittnik, S. Forrest, B. K. Coombes, J. W. Wood, D. J. D. Earn, W. White, J. Krause, H. N. Poinar: PNAS Plus: Targeted enrichment of ancient pathogens yielding the pPCP1 plasmid of *Yersinia pestis* from victims of the Black Death. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences.*, S. , \[doi 10.1073/pnas.1105107108.\]\(#\)](#)

<u>Contenido / Contents</u>	<u>Página / Page</u>
Presentación / <i>Presentation</i>	3
Fe de erratas / <i>Errata</i>	8
Cabezas Colosales, Expresiones Majestuosas de la Civilización Olmeca / <i>Colossal Heads, Majestic Expressions of the Olmec Civilization</i> Ann Cyphers	9
Impacto económico y social de la sustracción ilícita de gasolinas: El caso de México / <i>Economic and social impact of the illicit subtraction of gasolines: The case of Mexico</i> Hugo Norberto Ciceri-Silvenses, Johanna Soto-Rodea	19
La música y las ciencias físicas: Leyes de la gravitación universal que gobiernan al piano y el agua que influye a la música / <i>Music and the physical sciences: Laws of universal gravitation that govern the piano and water that influences music</i> José Antonio de Jesús Arredondo-Garza	27
Pautas para incorporar la transdisciplina a los proyectos de ingeniería en las instituciones de educación superior / <i>Guidelines to incorporate the transdiscipline into engineering projects in institutions of higher education</i> Norma Elvira Peralta-Márquez, Arturo Ángeles-Mancilla	41
Equidulzura de las hojas de <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni con respecto de la sacarosa: Seres humanos versus animales modelo, ratas Wistar recién destetadas ¿Jueces equivalentes? / <i>Iso-sweetness of the leaves of <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni with respect to sucrose: Humans versus model animals, newly weaned Wistar rats: Equivalent judges?</i> Samuel Mendoza-Pérez, Rolando Salvador García-Gómez, María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa	49
El costo presente de los servicios de agua y drenaje sanitario frente al costo futuro de enfermedades de origen hídrico en la Ciudad de México. Un análisis intertemporal en zonas rurales hacia 2030 / <i>Present cost of services for water and sanitary drainage facing the future cost of waterborne diseases in Mexico City. An intertemporal analysis in rural areas around 2030</i> Rosa Carmina Ramírez-Contreras, Miguel Cervantes-Jiménez, Ricardo López-Dibene	63
Instructivo para autores / <i>Authors instructions</i>	73

Fe de erratas / *Errata*

Ninguna / *None*

Cabezas Colosales, Expresiones Majestuosas de la Civilización Olmeca

Colossal heads, Majestic Expressions of the Olmec Civilization

Ann Cyphers

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas
04510 Ciudad de México, México

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

La primera cabeza colosal fue hallada en Veracruz hace más de un siglo y medio y fue la primera evidencia monumental del pueblo olmeca que salió a la luz. Estas magníficas esculturas han llegado a ser el sello de la primera civilización de Mesoamérica. En el presente trabajo se examinan las controversias que han surgido en torno a estas representaciones.

Palabras clave: olmecas, cabezas colosales, gobernantes

Abstract

The first colossal head was discovered in Veracruz more than a century and a half ago and was the first monumental evidence of the Olmec culture ever unearthed. These magnificent sculptures have become the hallmark of the first civilization in Mesoamerica. The present article examines the controversies surrounding these representations.

Keywords: Olmec, colossal heads, rulers

INTRODUCCIÓN

Las cabezas colosales son las esculturas más célebres de la civilización olmeca, la cual nació en la costa sur del Golfo de México hace casi cuatro milenios y llegó a su esplendor entre 1400 y 400 antes de nuestra era. Llamen la atención por ser la representación de una cabeza sin cuello y sin cuerpo, hecha de una roca monolítica. No tienen igual en otros pueblos mesoamericanos. Las 17 cabezas colosales hasta ahora descubiertas son reconocidas en todo el mundo por su gran tamaño y su extraordinaria belleza. Proceden de importantes sitios arqueológicos de la costa sur del Golfo de México ubicados en los estados de Veracruz y Tabasco: 10 de San Lorenzo; 4 de La Venta; 2 de Tres Zapotes; y la cabeza inconclusa de Cobata. La última en descubrirse fue la décima cabeza de San Lorenzo, hallada el 3 de mayo de 1994 por el Proyecto Arqueológico San Lorenzo Tenochtitlán, a cargo de la autora (Figura 1).

CONTEXTO

Desde el descubrimiento de la primera cabeza (Figura 2) en el siglo XIX han surgido muchos cuestionamientos. La principal controversia ha girado en torno a qué representan. Investigaciones recientes arrojan información nueva sobre esta cuestión, la cual se relaciona con la naturaleza de la sociedad olmeca.



Figura 1. Descubrimiento de la décima cabeza colosal de San Lorenzo en 1994 (monumento SL-89). Foto: A. Cyphers

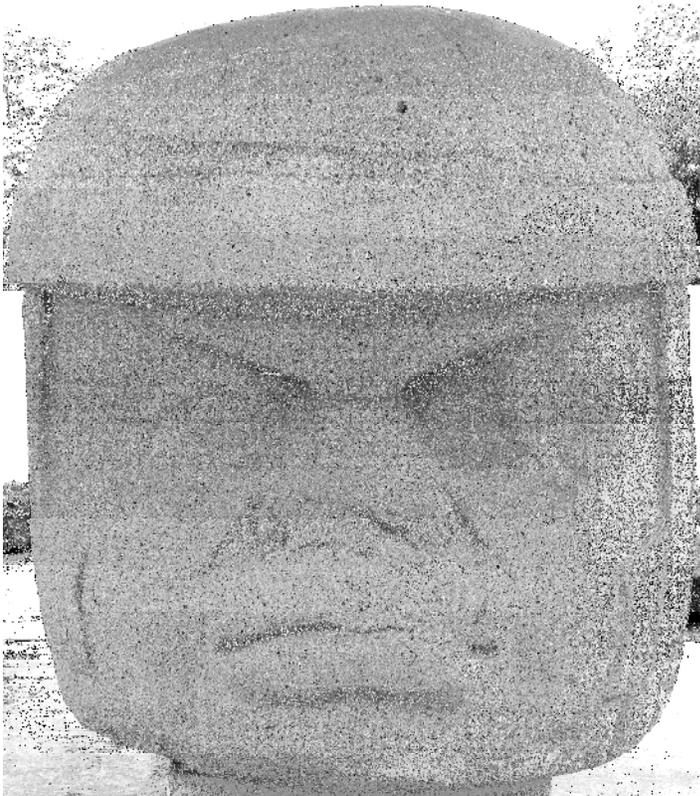


Figura 2. El Monumento A de Tres Zapotes fue descubierto en el siglo XIX. Ubicación: Museo de Sitio de Tres Zapotes, comunidad de Tres Zapotes, Municipio de Santiago Tuxtla, Estado de Veracruz, México. Foto: H. Kotegawa

Las cabezas colosales dieron la primera pista sobre el tipo de organización social y política del pueblo olmeca. El impacto visual que causan debe ser una de las razones por la que los estudiosos las identificaron como personajes prominentes (Stirling, 1955) o gobernantes hereditarios, jefes de poderosas dinastías (Coe, 1968, 1977, 1989; Heizer, 1960; Cyphers, 2012, 2018; De la Fuente, 1992a; Gillespie, 1999; Grove, 1970, 1973) aunque también las interpretaron como guerreros, jugadores de pelota y chamanes (Bernal, 1969:56; Coe, 1965; Piña Chan y Covarrubias, 1964; Coe, 1977).

La interpretación que tiene mayor respaldo es que son retratos de gobernantes olmecas (Figura 3). Esta definición no excluye el hecho de que los gobernantes pudieron asumir diferentes papeles en la sociedad como son los de guerrero, jugadores de pelota y chamanes. Las cabezas colosales comparten características como el ceño fruncido, labios llenos y ojos con estrabismo bilateral convergente. El tocado en forma de casco protector podría ser un elemento que indica belicosidad y la presencia constante de conflictos y guerras en la sociedad. A pesar de la similitud formal que manifiestan, todos los rostros de las cabezas colosales son distintos. Además, de cada una de ellas emana el poder y el dinamismo propio de un gran gobernante. Sus características las señalan como emblemas políticos con connotaciones de jerarquía social.



Figura 3. La cabeza colosal SL-1 de San Lorenzo. Ubicación: Museo de Antropología de Xalapa, Universidad Veracruzana. Xalapa, Estado de Veracruz, México. Foto: B. Martínez

Beatriz de la Fuente propuso que las cabezas colosales se relacionan con profundas ideas y creencias en torno al orden cósmico (1992). El orden cósmico es la organización del universo de acuerdo con los conceptos sagrados que rigen su funcionamiento. Para los olmecas el concepto central fue la montaña sagrada, *axis mundi*, eje del universo. Este concepto regía todos aspectos de la vida olmeca. El rey, divino también, fue un *axis mundi* y a partir de su árbol genealógico se organizó toda la sociedad.

Las cabezas colosales datan al periodo Preclásico inferior, entre 1200 y 1000 aC, y su presencia continuó durante la ocupación de la segunda capital olmeca, La Venta, en el Preclásico medio, hasta 400 aC, y en Tres Zapotes en el Preclásico tardío (Figuras 2, 4, 5).

En San Lorenzo se tienen indicios que señalan que una de las cabezas representa al gobernante que construyó el Palacio Rojo. Un disco conmemorativo hallado en la cimentación del Palacio contiene el nombre de dicho gobernante: Dos Patas de Ave. La única cabeza colosal con ese nombre tiene dos patas de ave sobre el casco (Figuras 6, 7).

El Linaje Ave fue prominente como fuerza política poderosa en San Lorenzo por su representación en el arte monumental en piedra como, por ejemplo, en el gran trono SL-14 (Figura 8).



Figura 4. La cabeza colosal, monumento 1, de La Venta. Ubicación: Parque-Museo La Venta, Villahermosa, Municipio Centro, Estado de Tabasco, México. Foto: H. Kotegawa



Figura 5. La cabeza colosal, monumento 17, de San Lorenzo. Ubicación: Museo Nacional de Antropología, Ciudad de México, México. Foto: B. Martínez



Figura 6. El disco grabado con dos huellas de pata de ave, el monumento SL-135, conmemoró el inicio de la construcción del Palacio Rojo de San Lorenzo. Mide 61.5 cm de diámetro. Ubicación: Museo Comunitario de Tenochtitlán, comunidad de Tenochtitlán, Municipio de Texistepec, Estado de Veracruz, México. Foto: A. Cyphers



Figura 7. La cabeza colosal, monumento SL-5, de San Lorenzo lleva la representación de dos patas de ave en su tocado, la cual probablemente hace referencia a su nombre y linaje. Abajo, se muestran dibujos de los cuatro lados de la cabeza. Ubicación: Museo de Antropología de Xalapa, Universidad Veracruzana, Estado de Veracruz. Foto: B. Martínez; dibujos: F. Botas

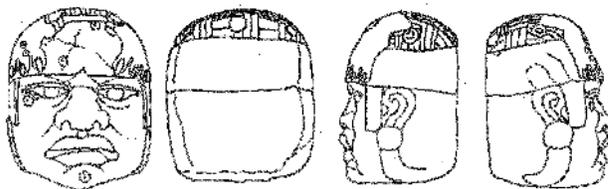




Figura 8. El bajorrelieve de la cara lateral del gran trono, el monumento SL-14 de San Lorenzo, muestra en vista lateral a un personaje que lleva una pata de ave en su tocado y una concha cortada como pectoral. Ubicación: Museo de Antropología de Xalapa, Universidad Veracruzana, Estado de Veracruz. Foto: B. Martínez

La distribución geográfica de las cabezas colosales (Figura 9) en los centros más importantes de la región olmeca -San Lorenzo, La Venta y Tres Zapotes- muestra su asociación directa con los ejes de poder olmeca, los cuales también abogan a favor de la representación de gobernantes. Su ubicación dentro de los centros aporta todavía más apoyo a esta interpretación ya que se vinculan con el núcleo de los sitios, en donde se ubican los monumentos arquitectónicos relacionados con el ejercicio del poder.

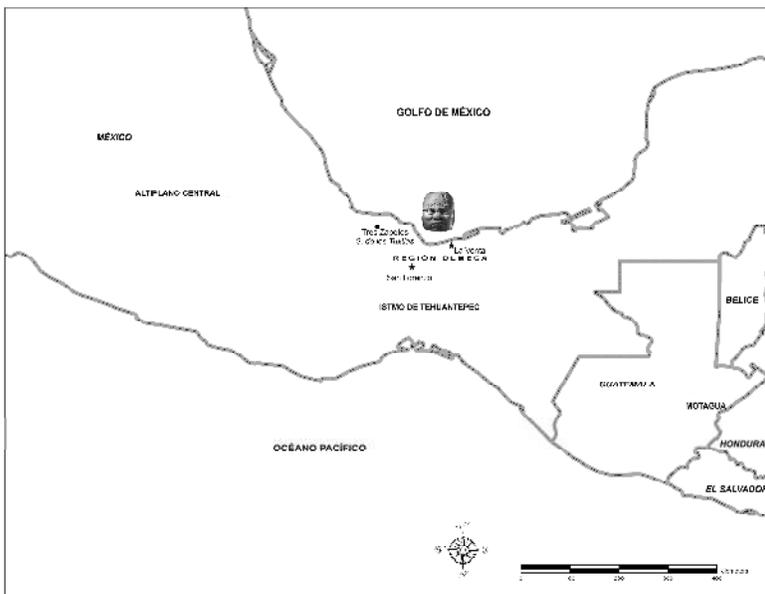


Figura 9. Mapa que muestra la ubicación de los centros olmecas de San Lorenzo, La Venta y Tres Zapotes, Estado de Veracruz, México

San Lorenzo, la primera capital olmeca, es la ciudad que cuenta con el mayor número de cabezas colosales: diez en total. Estas cabezas están hechas de rocas volcánicas provenientes de la sierra de los Tuxtlas; no obstante, la procedencia de la roca no necesariamente quiere decir que las cabezas se tallaron en los yacimientos y que luego se transportaron a la capital. Gracias al estudio de James Porter (1989) se sabe que algunas cabezas son el producto del reciclaje, o sea, su elaboración se hizo a partir de otra escultura como, por ejemplo, un trono grande (Figura 10). El labrado de piezas preexistentes para cambiar su forma y su significado fue la manera en que se produjeron la mayoría de las cabezas colosales de San Lorenzo. Dos cabezas colosales de San Lorenzo, SL-2 y SL-7, se tallaron a partir de grandes tronos, lo cual es evidente porque conservan el remanente del nicho frontal de un trono.

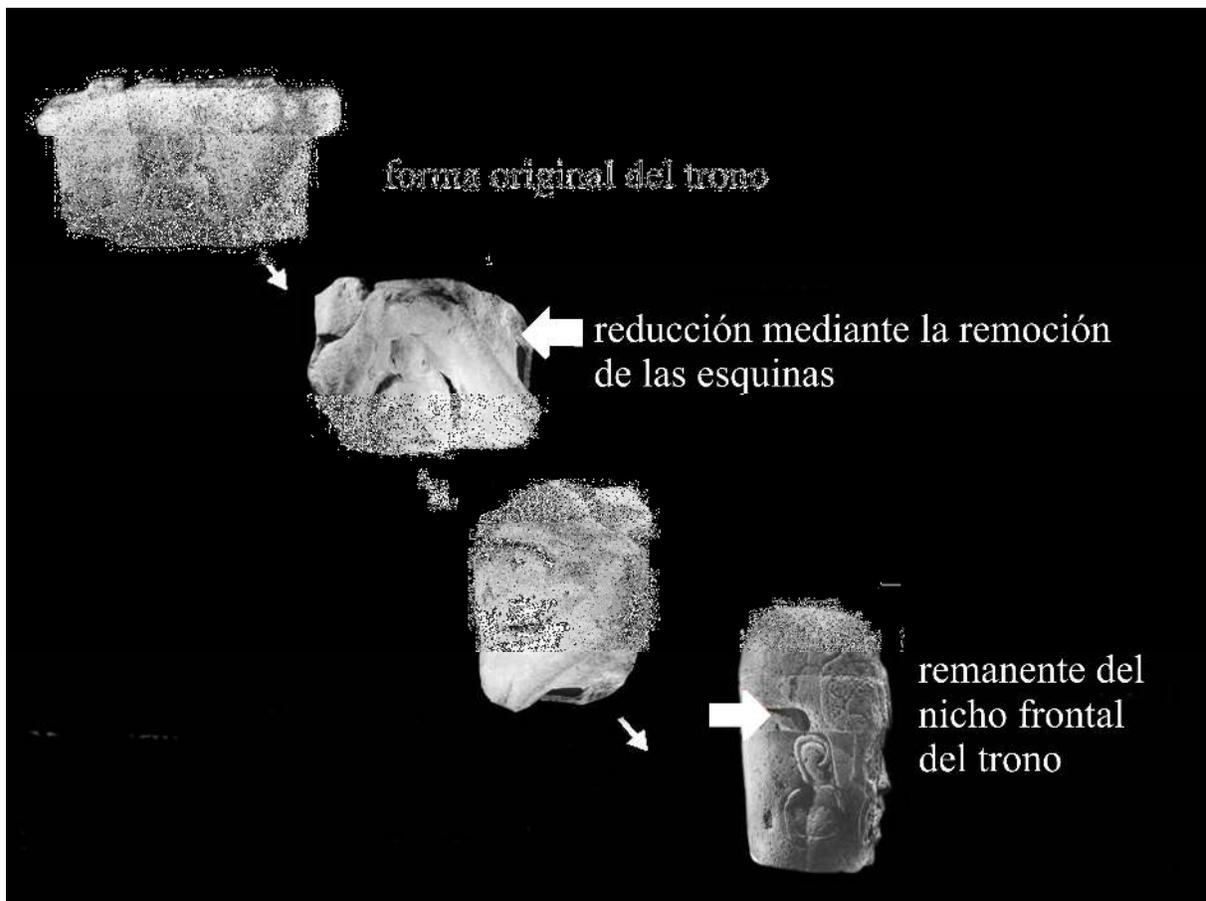


Figura 10. Esquema del proceso del reciclaje de un trono a una cabeza colosal. Fotos: B. Martínez. Ubicación de las esculturas (orden descendente): 1) Museo de Antropología de Xalapa, Universidad Veracruzana, Estado de Veracruz, México; 2 y 3) Museo Comunitario de Tenochtitlán, comunidad de Tenochtitlán, Municipio de Texistepec, Estado de Veracruz, México; 4) Museo Nacional de Antropología, Ciudad de México, México. Fotos: B. Martínez

El reciclaje aporta una nueva perspectiva para interpretar las facciones achatadas de las cabezas colosales: los escultores comprimieron su forma para poderlos plasmar en el bloque prismático de tamaño finito. El dorso plano de las cabezas también es un remanente del trono prismático. Nueve de las diez cabezas de San Lorenzo deben ser la consecuencia de este proceso de reciclaje.

El reciclaje de un trono de gobernante para transformarlo en el retrato colosal del mismo era un hecho cargado de simbolismo, más aún si se llevó a cabo a la muerte del jerarca. Deja vislumbrar el culto a los ancestros de los olmecas, el cual era importante en la legitimación de cada gobernante, una certificación necesaria para que tuviera el derecho de ocupar el cargo.

Las cabezas colosales producto del reciclaje tenían un destino programado: La configuración de una escena conmemorativa de gobernantes ancestrales, conformada por dos líneas de retratos colosales que delimitaban una plaza ubicada en el centro de la capital.

El propósito detrás de la creación de la gran escena de cabezas no está del todo claro, aunque debió ser una reafirmación de la legitimidad del gobernante y su derecho de gobernar frente a la inminente desintegración de su reino.

Debido a problemas sociopolíticos que impulsaron su abandono, esta escena no fue concluida. La existencia de dos líneas de cabezas se confirmó con el descubrimiento de la décima cabeza colosal en 1994. La costumbre de formar escenas lineales de cabezas colosales perduró en el tiempo, ya que en el sitio arqueológico de La Venta, en Tabasco, se observa un alineamiento de tres cabezas al norte del área ceremonial.

El reciclaje también indica que las cabezas no fueron transportadas desde las fuentes de roca volcánica distantes en la sierra de los Tuxtlas, ya que la reutilización de la piedra se llevó a cabo dentro de la misma capital de San Lorenzo, poco tiempo antes de su ocaso. Hemos identificado un gran taller en donde se llevó a cabo este reciclaje cerca del Palacio Rojo, hogar de los gobernantes.

En esta área quedaron abandonadas tres enormes esculturas, tres cabezas inconclusas y un trono grande en proceso de transformación. Debido a los problemas sociales en la capital no las pudieron terminar y tampoco colocarlas en las líneas conmemorativas.

Es probable que el reciclaje se relacione con el poder menguante de los últimos gobernantes de la capital y su incapacidad para lograr la importación de las rocas desde yacimientos lejanos. Alrededor del año 1000 aC la sociedad de San Lorenzo comenzó su decadencia que tuvo consecuencias desastrosas para los gobernantes y la población de la capital.

Una de las formas en que se manifestaron los problemas que motivaron el declive fue precisamente el creciente reciclaje de esculturas, el cual sugiere dificultades en la obtención de la materia prima y la mano de obra necesaria para el traslado de monumentos.

El reciclaje para crear los enormes retratos constituye un fenómeno complejo que tiene implicaciones en varios niveles, no excluyentes: El personal o individual, el social, el oficial, el histórico y el mítico. Probablemente los tronos grandes son los únicos monumentos potencialmente reciclables en formas colosales.

Si a través de este fenómeno del reciclaje se produjeron la mayoría de las cabezas colosales, entonces han desaparecido muchos símbolos de autoridad de los olmecas y, por ende, huellas clave del desarrollo sociopolítico e ideológico de esta civilización.

Esta parcialidad en la muestra de tronos no debe ser ignorada ya que el trasfondo sociopolítico que motivó el reciclaje eliminó, de manera sistemática e intencional, elementos importantes que registraban la identidad de gobernantes pasados, estructuras jerárquicas previas y sucesiones al cargo, lo cual debió tener tanto ventajas como desventajas para diversos grupos sociales (Figura 11).

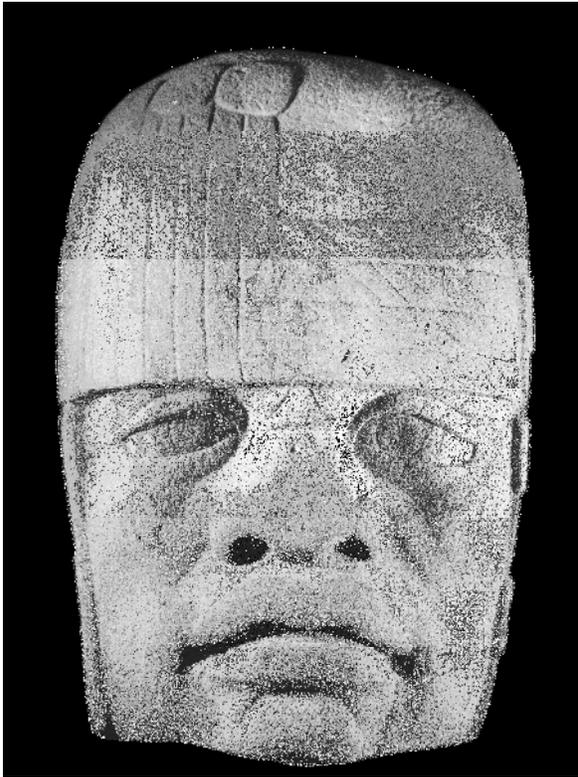


Figura 11. La cabeza colosal SL-4 de San Lorenzo lleva cuerdas y cuentas en su tocado. Ubicación: Museo de Antropología de Xalapa, Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana. Foto: B. Martínez

Las esculturas olmecas pudieron ser movidas vez tras vez por diferentes razones. En cada ocasión que se movía una escultura de un lugar a otro o cuando se formaba una escena con varias esculturas, se movilizaba una cantidad considerable de mano de obra, lo cual reforzaba, promovía y proclamaba la nobleza de la élite.

Así, los monumentos fueron utilizados periódicamente para recrear escenas imbuidas con significados mitológicos e históricos. Hay varios ejemplos de esta práctica, entre los cuales destacan: La escena escultórica en la acrópolis del Azuzul del sitio Loma del Zapote, compuesto por los gemelos y dos felinos y la macro escena de cabezas colosales.

Estas escenas son manifestaciones materiales inconfundibles de la dramatización del poder que ayudó al sector gobernante a diseñar y controlar la experiencia social para instituirse y sostenerse en el poder. Claramente la creación de cada escena tenía un costo relativo a la mano de obra de la gente común. Este tipo de dramatización de hechos míticos e históricos reforzaba las ideas sagradas y fue esencial en la construcción simbólica de la autoridad; la creación de las escenas constituía una mezcla deslumbrante de emoción, cosmología y poder que la legitimaba.

CONCLUSIONES

Los retratos colosales de los jefes forman un valioso registro histórico de los gobiernos olmecas tal como señalan las grandes escenas de cabezas en ambas capitales. Las particularidades de cada rostro y las características de cada tocado permitían que el pueblo pudiera reconocer a estos personajes, aunque hoy día no los podemos identificar por su nombre (Figura 12). Estos testimonios pétreos son muestra de la grandeza de la autoridad central de la primera civilización de Mesoamérica, pero también encierran un gran valor porque son el registro histórico de su declive.

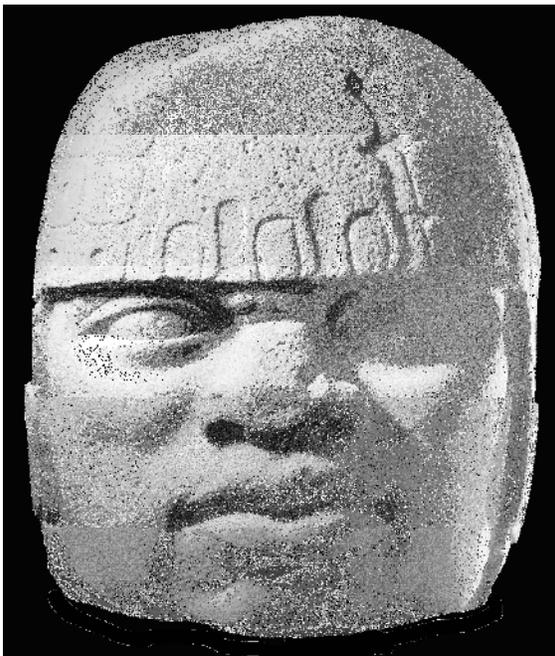


Figura 12. La cabeza colosal, monumento SL-89, de San Lorenzo, lleva una pata de ave en su tocado por lo que pudiera representar al mismo personaje representado en el trono SL-14. Ubicación: Museo Comunitario de Tenochtitlán, comunidad de Tenochtitlán, Municipio de Texistepec, Estado de Veracruz, México. Foto: B. Martínez

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, Ignacio. 1969. *The Olmec World*. University of California Press, Berkeley, Estados Unidos.
- Coe, Michael D. 1965. *The Olmec Style and Its Distribution*. En *Archaeology of Southern Mesoamerica, Part 2*, G.R. Willey, ed., p. 739-775. *Handbook of Middle American Indians 3*. University of Texas Press, Austin, Estados Unidos.
- Coe, Michael D. 1968. *America's First Civilization, Discovering the Olmec*. American Heritage Publishing Co. New York, Estados Unidos.
- Coe, Michael D. 1977. "Olmec and Maya: A Study in Relationships". En *The Origins of Maya Civilization*, R.E.W. Adams, ed., p. 183-195. University of New Mexico Press. Albuquerque, Estados Unidos.
- Coe, Michael D. 1989. "The Olmec Heartland: Evolution of Ideology". En *Regional Perspectives on the Olmec*, R.J. Sharer y D.C. Grove, ed., p. 68-84. Cambridge University Press, New York, Estados Unidos.
- Cyphers, Ann. 2012. *Las Bellas Teorías y Los Terribles Hechos, Controversias sobre los Olmecas del Preclásico Inferior*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Cyphers, Ann. 2018. "Gobierno y Cosmos: Tronos y Cabezas Colosales". *Arqueología Mexicana*. XXV (150): 50-55. Editorial Raíces, S.A. Ciudad de México, México.
- De la Fuente, Beatriz. 1992. *Cabezas Colosales Olmecas*. El Colegio Nacional, Ciudad de México, México.
- Gillespie, Susan D. 1999. "Olmec Thrones as Ancestral Altars: The Two Sides of Power". En *Material Symbols: Culture and Economy in Prehistory*, J.E. Robb, ed., p. 224-253. Center for Archaeological Investigations, Occasional Paper, Núm. 26. Southern Illinois University, Carbondale, Estados Unidos.
- Grove, David C. 1970. *The Olmec Paintings of Oxtotitlán Cave, Guerrero, México*. *Studies in Pre-Columbian Art and Archaeology 6*. *Dumbarton Oaks*, Washington, DC, Estados Unidos.
- Grove, David C. 1973. "Olmec Altars and Myths". *Archaeology*. 26:128-135.
- Heizer, Robert F. 1960. "Agriculture and the Theocratic State in Lowland Southeastern Mexico". *American Antiquity*. 26 (2): 215-222.
- Piña Chan, Roman, Covarrubias, Luis. 1964. *El Pueblo del Jaguar (Los Olmecas Arqueológicos)*. Consejo Para la Planeación e Instalación del Museo Nacional de Antropología, Ciudad de México, México.
- Porter, James. 1989. "Olmec Colossal Heads as Recarved Thrones: 'Mutilation', Revolution, and Recarving". *RES* 17/18:23-30.
- Stirling, Matthew W. 1955. *Stone Monuments of the Río Chiquito, Veracruz, Mexico*. *Bureau of American Ethnology Bulletin* 157:1-24, *Anthropological Papers*, No. 43. Smithsonian Institution, Washington, DC, Estados Unidos.

Impacto económico y social de la sustracción ilícita de gasolinas: El caso de México

Economic and social impact of the illicit subtraction of gasolines: The case of Mexico

Hugo Norberto Ciceri-Silvenses*¹, Johanna Soto-Rodea²

¹Profesor e Investigador de los Posgrados en Administración Industrial e Innovación y Administración de la Tecnología. Facultad de Química Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Circuito Exterior S/N, Coyoacán, Cd, Universitaria, Ciudad de México, 04510, México, Website: <http://informatica.fquim.unam.mx/ciceri/index.php>. Correo-e (*e-mail*): aguila@unam.mx

²Petróleos Mexicanos (PEMEX), Auditoría Interna, Bahía de Ballenas No. 5 Edificio D piso 11, Col. Verónica Anzures, Miguel Hidalgo, 11300 Ciudad de México, México. Correo-e (*e-mail*): johanna_sotorodea@comunidad.unam.mx

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

El robo de las gasolinas era un problema significativo para México. En respuesta a ello el gobierno mexicano implementó una serie de decisiones para tratar de abatirlo y controlarlo. Este documento es parte de una investigación más amplia y se aboca a responder las siguientes interrogantes: ¿Cuál ha sido el impacto económico de la sustracción de gasolinas en México? ¿Cuáles fueron los daños al erario público y sus efectos? y, por último, ¿Ha resultado eficaz la estrategia del gobierno mexicano? Los hallazgos más significativos son: Daño social relevante, así como también a las finanzas públicas y un abatimiento prácticamente total del desvío ilícito del combustible, como resultado de la estrategia aplicada por el gobierno.

Palabras clave: Sustracción ilícita de gasolinas, políticas públicas, impacto económico y social, México

Abstract

The theft of gasoline was a significant problem for México. In response to which the Mexican government implemented a series of decisions to try to bring it down and control it. This document is part of a broader investigation, and its aim is to answer the following questions: What has been the economic impact of gasoline subtraction in Mexico? What were the damages to the public treasury and its effects? And finally, has the Mexican government's strategy been effective? The most significant findings are: Relevant social damage, as well as public finances and a practically total abatement of the illicit diversion of fuel, as a result of the strategy applied by the government.

Keywords: *Illegal gasoline subtraction, public policies, economic and social impact, México*

INTRODUCCIÓN

El 1 de diciembre de 2018 se inició un nuevo gobierno en México, el cual consideraba dentro de su programa de gobierno el combate a la corrupción, como principal eje de su accionar político.

El robo de combustibles y la corrupción en torno a la compra monopolizada de medicamentos fueron, entre otros, los ejes del discurso político del Presidente. La sustracción ilegal de combustibles se destacó como una de las expresiones de ese discurso y se transformó en la bandera más difundida en su conferencia de prensa ofrecida por las mañanas, conocida como la "Mañanera". En ese espacio

mediático el Presidente comenzó a exponer la estrategia para abordar el problema no solamente a la prensa sino a todos los ciudadanos.

En ese sentido el gobierno inició con una serie de decisiones relacionadas con el ilícito vinculado con la sustracción de la gasolina que en ese momento llegaba a los 70,000 barriles diarios (SSPC, 2020). El impacto financiero implicaba un monto aproximado de 3 mil millones de dólares anuales (Presidencia de la República, 2019). La afectación al erario era muy significativa, a lo que habría que agregar que el flujo de dinero alimentaba la estructura orgánica y funcional del aparato delictivo. El gobierno, en voz del Presidente y demás integrantes de su gabinete, fue dibujando un diagnóstico que apuntaba a que la naturaleza del problema era y sigue siendo multifactorial y sistémico y así fue abordado.

Se establecieron lazos de coordinación entre las diversas dependencias e instancias federales tales como, el Sistema de Administración Tributaria (SAT), Secretaría de la Función Pública (SFP), Fuerzas Armadas (Secretaría de la Defensa Nacional, SDN; Secretaría de Marina, SM y Guardia Nacional, GN), Unidad de Inteligencia Financiera (UIF), entre otras dependencias gubernamentales. Todas las siglas se encuentran al final de este documento en la sección de nomenclatura.

Ese nivel de coordinación le otorgó una capacidad ejecutiva y operativa que no se hubiera logrado con abordajes focalizados. Por otro lado, se activó un conjunto de planes que apoyan en el frente social la estrategia del gobierno, con el fin de redirigir la atención de los jóvenes hacia metas positivas (Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, 2019).

Un elemento a tener en cuenta dentro de esta estrategia es el apoyo que se otorga a las comunidades cercanas a los ductos, con la finalidad de que éstas tengan opciones y no sean utilizadas por los grupos que cometen los ilícitos; es decir, que paulatinamente se trató de quitar base social a quienes organizaban la acción delictiva.

En la investigación realizada por los autores Ciceri y Soto-Rodea (Soto-Rodea, 2020; Soto-Rodea y Ciceri, 2020), también se comparte ese acercamiento, aunque en este documento se presenta un punto focal centrado principalmente en analizar cuál ha sido el impacto en las finanzas públicas y lo que se podría haber hecho con esos recursos tan necesarios para dotar, de más y mejores servicios a la población tan necesitada de ellos.

Por otro lado, es conveniente subrayar que la hipótesis que guio las investigaciones citadas anteriormente es que las contribuciones que puedan aportar las tecnologías actuales para resolver el problema son, esencialmente, complementarias y de un alcance limitado.

Esto significa que no son suficientes para resolver el problema, cuya naturaleza es compleja y sistémica y que involucra, tanto problemas sociales como aquellos vinculados a la estructura política, al poder judicial y a la empresa Petróleos Mexicanos, como se puede notar de acuerdo con el esquema simplificado presentado en la Figura 1.

Como se indicaba al inicio de este documento, el robo de la gasolina era y sigue siendo un problema significativo para México, pero también para otros países y en él están comprometidos diversos actores. No es un fenómeno nuevo ya que lleva, al menos, dos décadas. En la Figura 1 se esquematizan los principales elementos que configuran el problema y que puede ser considerado un delito "institucional de cuello blanco" donde todo hace pensar que han participado práctica y activamente, entre otros, todos los niveles de la paraestatal petrolera de México (Pérez, 2018, 2019).

Esto indica un grave proceso erosivo que es definido como "corrupción estructural" (Sandoval-Ballesteros, 2016).

Es de notarse entonces que el gobierno se enfrenta a organizaciones con altos niveles de organización, con estructuras inteligentes y poderosas en lo político y económico y, en la mayoría de los casos, con

cierto apoyo o coparticipación y reconocimiento de la población que habita en las cercanías de los ductos de transporte. Estos serían los elementos contextuales a tener en cuenta (Ciceri, 2014).

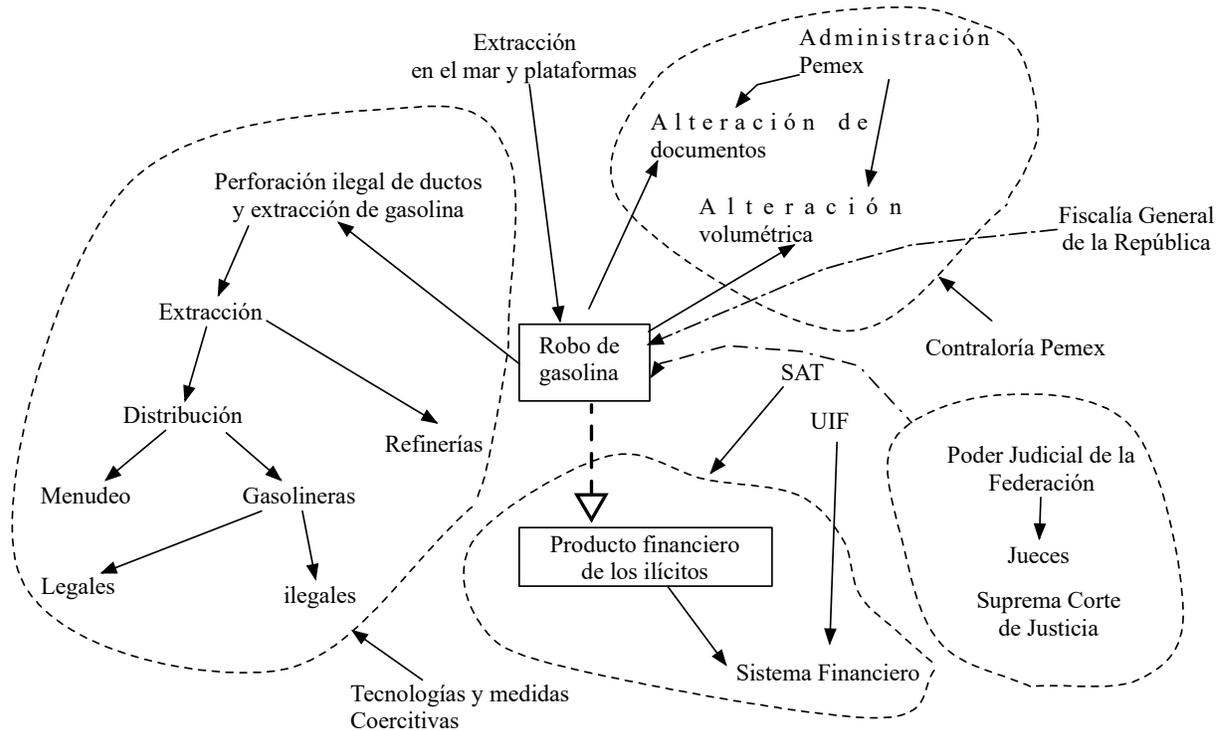


Figura 1. Anatomía del problema

(Fuente, esta investigación. Notas: Sistema de Administración Tributaria, SAT; Unidad de Inteligencia Financiera, UIF)

La empresa perjudicada es Petróleos Mexicanos (PEMEX) que, con este problema y su endeudamiento, entre otros, es llevada a un estado crítico desde el punto de vista financiero y de su desarrollo, lo que demuestra una estructura de control y administración deficiente, por así decirlo.

LA IMPORTANCIA DE LA SUSTRACCIÓN

Una de las preguntas que trata de esclarecerse en este documento es qué tan importante es el monto de lo sustraído.

Al inicio se habló de 70 mil barriles diarios de gasolina y para tomar dimensión de lo que ese número significa, se establece la siguiente comparación que se ofrece en la Tabla 1.

En ella se desglosan diversos rubros-*ítems*- que integran el Presupuesto de Egresos de la Federación, además del monto total de lo que equivale a las pérdidas, *v.gr.*, equivale al 22% del presupuesto anual de toda la educación pública o al 268% del presupuesto del CONACYT, es decir, que lo sobrepasa en ese porcentaje y lo mismo ocurre con el presupuesto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La información de esta Tabla 1 da una idea de esa conducta y establece parámetros más certeros, en relación con los impactos que ha tenido en el desarrollo integral de México. Por ejemplo, se hubiera podido incrementar en un 53% el presupuesto de salud haciéndolo más fuerte, cubriendo importantes

carencias. Se podría haber incrementado el presupuesto de la UNAM 1.5 veces o el de educación en un 22%. Por otro lado, la información presentada en ella corresponde al desvío de solamente un año. Es evidente que la conducta seguida indica un alto grado de permisividad e impunidad y, de permitir que ésta hubiera seguido persistiendo, las consecuencias para la población en su conjunto habrían sido significativas. A lo anterior habría que agregar que ese importante flujo de recursos alimentaba a organizaciones que cada día se hacían más fuertes, imponiendo al gobierno condiciones y/o limitando su accionar. En definitiva, la comparación no deja duda alguna sobre la importancia y la magnitud escalofriante que alcanzaba este ilícito.

Tabla 1. Monto e impacto comparativo anual de la sustracción en términos de los presupuestos asignados a diversas entidades gubernamentales

Rubro	Monto Pesos mexicanos	Porcentaje/ Número de veces
Pérdidas por robo de combustible	\$ 66,300,000,000	100%
Secretaría de Hacienda y Crédito Público	\$ 22,575,933,039	294%(3)
Secretaría de Educación Pública	\$ 308,000,434,721	22%(0.22)
Secretaría de Salud	\$ 123,266,865,116	53%(0.53)
CONACYT	\$ 24,764,719,642	268%(2.68)
CRE	\$ 248,276,703	26,704% (26.7)
CNH	\$ 214,933,908	30,847% (30.8)
PEMEX (programable)	\$ 464,601,648,743	14% (0.14)
UNAM	\$ 44,942,499,166	148% (1.48)

Fuente: Elaboración propia a partir de: https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2019/paquete/egresos/Proyecto_Decreto.pdf, consultado el 3 de abril de 2020. <https://www.gaceta.unam.mx/aprueba-la-unam-su-presupuesto-para-2019/>, consultado el 3 de abril de 2020. Nota: Es importante destacar el impacto en relación con lo que se hubiera podido hacer de no tener ese desvío ilícito de recursos

COMPARACIONES DE ESTE ILÍCITO ENTRE MÉXICO Y OTRAS NACIONES

Por otro lado y no menos importante, debiera establecerse un comparativo entre México y otros países, en relación con este ilícito. Ello permitiría obtener referentes útiles para interpretar el accionar en México de los grupos locales, con respecto de los de otros países y sus grados de libertad. La comparación es útil y necesaria, porque se integran a la muestra países desarrollados y sus respectivos PIB *per cápita*. Para ello, se construyó la Tabla 2, en la que también se incorporan países pequeños que han padecido de estos problemas.

Tabla 2. Comparación de pérdidas por robo de combustibles
(Elaboración propia a partir de otras publicaciones: Ralby, 2018; varias páginas electrónicas)

País	Pérdidas (Millones / USD año)	%	PIB / <i>per cápita</i> / euros	Pérdida/ <i>per</i> <i>cápita</i> / USD
México	3,315	74	8,294	25
Unión Europea	4,480	100	84,770	8.8
Estados Unidos	1,500	33.5	58,469	4.6
Rusia	714	15.9	9,557	4.9
Colombia	107	2.40	5,264	2.22
Serbia	45-110	1-2.5	6,590	15.8
Ghana	12.6	0.28	1,864	0.48

La Tabla 2 tiene como referencia a la Unión Europea cuyo monto relacionado con la sustracción es el más importante y con el PIB *per cápita* más alto. Para el caso de México, con respecto de esa entidad, se tiene un porcentaje de 74% y con un ingreso *per cápita* mucho más bajo, país más pobre y una acción del ilícito más importante, lo que estaría indicando permisividad e impunidad. Además, en la tabla mencionada se desarrolló un índice que se denominó pérdida *per cápita* que permite obtener cuál es el costo que debe pagar el ciudadano por este ilícito. En el caso de México es de 25 euros, comparado con la UE, que es de 8.8 euros, lo que confirma de alguna forma el grado de libertad que se tenía para cometerlo.

Finalmente, es de la máxima importancia responder con datos concretos a la siguiente pregunta: ¿Cuál es el resultado de la estrategia emprendida por el gobierno? Para ello se ofrece la evolución en el tiempo de la sustracción ilegal. La Figura 2 muestra los datos pertinentes y es elocuente al respecto.

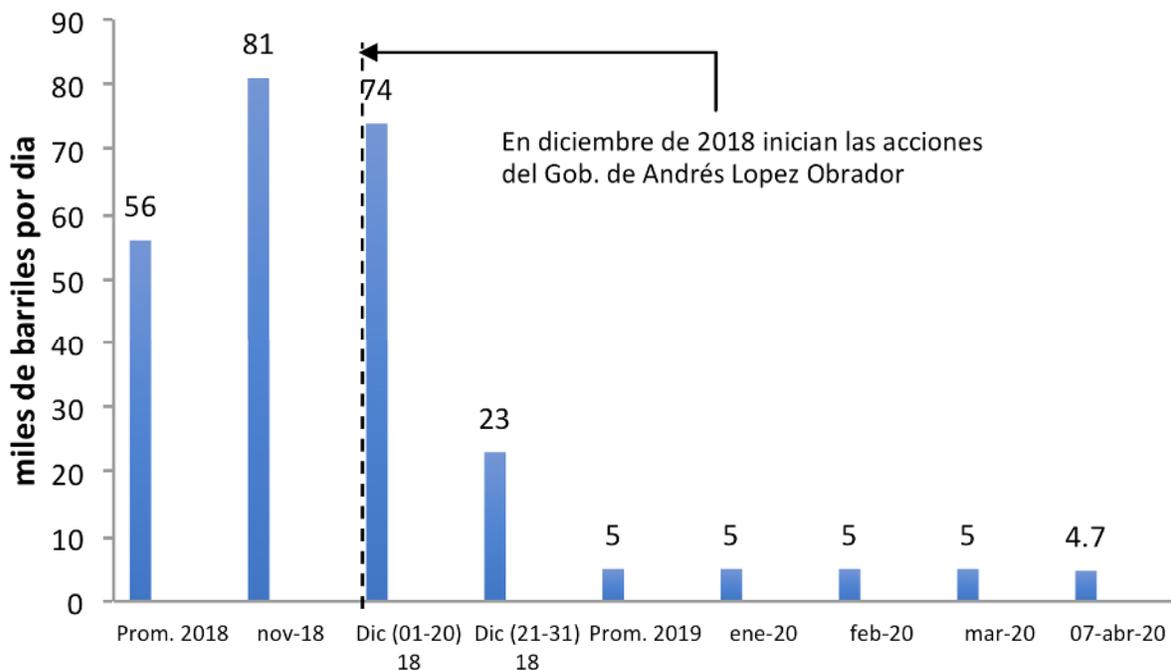


Figura 2. Sustracción de gasolina en miles de barriles diarios

(SSPC, 2020); http://www.informeseguridad.cns.gob.mx/files/HUACHICOL_07042020.pdf, consultado 8 de abril de 2020)

Durante el gobierno anterior, 2012-2018, del Lic. Enrique Peña Nieto, la sustracción promedio de gasolina solamente para el año 2018 fue de 56,000 barriles diarios en promedio, que llegó a tener un pico máximo de 81,000 barriles en noviembre de ese mismo año (SSPC, 2020).

El nuevo gobierno comenzó a implementar algunas acciones días antes de su asunción en diciembre de 2018 y la tendencia comenzó a cambiar y desde el primero de diciembre de 2018 al 21 de diciembre de ese mismo año, la sustracción tuvo una variación negativa de -71.5% al pasar de 74 mil barriles a 23 mil barriles diarios. Estos números indican y soportan una estrategia con resultados efectivos y hablan también de la intensidad con que se llevó a cabo y el grado de coordinación. En solamente diez días la sustracción cayó en 51 mil barriles/día, quedando en 23Mbd (Miles de barriles diarios). Luego pasó de 23 a 5Mbd, un -78.7%, donde se ha mantenido hasta el día de la fecha citada (SSPC, 2020).

CONCLUSIONES

Con respecto de los interrogantes con los que se inició este documento se halla manifiesta la preocupación en tres puntos. En primer lugar, el daño de tipo económico y social. En segundo término, el daño a las finanzas públicas. Y, por último, se intenta valorar la estrategia gubernamental, sin duda, esta última quizás la de mayor importancia, nuevamente, estratégica.

Si bien, se reconoce que la administración de la red de ductos es un trabajo complejo, delicado y estratégico que involucra a diversos actores tales como: Al personal ejecutivo de PEMEX, al personal sindicalizado, al personal de campo, a los sistemas y tecnologías complejas que requieren compromiso y lealtad hacia la empresa.

También es necesario reconocer que PEMEX contaba con tecnología adecuada, como sistemas administrativos avanzados tales como: *SCADA (System Control And Data Acquisition)*, drones, radares, entre otros artefactos. Sin embargo, todos estos artefactos tecnológicos se convierten en piezas inútiles si grupos ajenos a la empresa lograron perforar e incorporar o cooptar a numerosas personas que operaban esos instrumentos tecnológicos en beneficio de particulares cuyos objetivos eran ajenos a la empresa, teniendo como consecuencias cuantiosas pérdidas económicas y humanas, estas últimas debido a los accidentes atribuibles a esta nefasta práctica.

Por otro lado, no hay duda que el uso de tecnologías puede coadyuvar a acotar este problema, aunque lo esencial está en el personal que integra la empresa. A esto hay que agregar una cuestión que no es menor y se relaciona con que éste no es un problema propio de México, sino que es también un problema de países desarrollados. Naturalmente, que esta actividad al margen de la ley sigue modalidades acordes con su contexto.

Además, al correlacionar y comparar a México con otros países con referencia a los montos de lo sustraído con su PIB/*per cápita* dio una idea de cómo este ilícito ha gozado de cierta impunidad y complicidad, las cifras son más que elocuentes al respecto.

Finalmente, en relación con la pregunta formulada al inicio de este artículo relacionada con la valoración de la estrategia establecida por el gobierno, se puede afirmar que ha sido exitosa en algunos aspectos:

El más notorio es el abatimiento del volumen de barriles sustraídos.

El segundo es la voluntad política para enfrentar la corrupción.

El tercer punto, que es muy significativo y que ha marcado un hito, es la demostración de una habilidad superior en su ejecución, *ya que es una estrategia con objetivos múltiples que debió ser lograda en un contexto complejo y adverso, en forma secuencial y con situaciones que implicaban simultaneidad en la acción* (Ciceri, 1994).

Las partes grises serían saber hasta qué punto las redes de actores que perpetraban estas acciones han sido desarticuladas.

Si bien las metas estratégicas del gobierno han sido logradas, todavía queda un remanente de unos 4.7 Mbd que, comparado con las cifras anteriores, se puede considerar como residual, aunque es una cantidad que implica unos 60,000 barriles al año que todavía no tienen explicación clara. Pemex reporta este desvío como producto de acciones ilegales (PEMEX, 2019). Es posible suponer que parte de esa merma podría deberse también a pérdidas ocasionadas por derrames accidentales o por problemas operativos. En definitiva, esta cifra ya se encuentra en el rango "normal" a nivel mundial.

NOMENCLATURA

Barril	Unidad comercial de volumen para petrolíferos, equivale a 0.159 m ³ (42 galones)
CNH	Comisión Nacional de Hidrocarburos, México
Conacyt, CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México
CRE	Comisión Reguladora de Energía, México
GN	Guardia Nacional, México (parte de las Fuerzas Armadas)
Huachicol	Existe un debate en México sobre el origen exacto del término. Algunos especialistas dicen que la raíz viene de la palabra en lengua maya "huach" o "waach" , un término usado para referirse a los "forasteros". La Academia Mexicana de la Lengua explica en su Diccionario de Mexicanismos que, además de ser un apodo para "forastero", otra de sus acepciones en la región sureste -donde habitan los mayas- es la de "ladrón". Tiempo después los hablantes le añadieron al término "huache" el sufijo "col" por una actividad ilegal (https://www.razon.com.mx/mexico/que-significa-huachicol-significado-huachicolero-robo-combustible-bebida-adulterada-forastero-huachicolero-pemex-petroleo-combustible-alcohol-huache/)
Mbd	Miles de barriles diarios
PEMEX	Petróleos Mexicanos, empresa paraestatal de México desde 1938
PIB	Producto interno bruto
PIB/ <i>per cápita</i>	Producto interno bruto por persona
SAT	Sistema de Administración Tributaria, México
SCADA	<i>System Control And Data Acquisition</i> por sus siglas en inglés
SDN	Secretaría de la Defensa Nacional, México (parte de las Fuerzas Armadas)
SFP	Secretaría de la Función Pública, México
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México
SM	Secretaría de Marina, México (parte de las Fuerzas Armadas)
SSPC	Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, México
UE	Unión Europea
UIF	Unidad de Inteligencia Financiera, México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
USD	Dólares estadounidenses, <i>United States Dollars</i>

RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen el valioso apoyo académico en la revisión de esta contribución de los profesores-investigadores Dr. Domingo Alarcón y Dr. Reynaldo Sandoval-González, pertenecientes de la Universidad Nacional Autónoma de México. Asimismo, se señala que cualquier error en el escrito es responsabilidad de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

- Ciceri, H.N. 2014. Notas del Seminario de Investigación en Ciencias de la Administración, UNAM. En esta investigación el contexto se define como el conjunto de elementos en los cuales se inserta el tema y el objeto de estudio que permiten obtener una perspectiva de las condiciones de la existencia de la situación problemática. Ciudad de México, México.
- Ciceri, H.N. 1994. Teorización sobre la fluidez contextual y la toma de decisiones. Ver: El caso de Vitro S.A, capítulo 7, p. 133. University of California San Diego, UCSD, La Joya. Abordar una estrategia de esta naturaleza requiere una habilidad de conducción política y de ejecución superior, ya que los diversos actores van reaccionando y le confieren a la situación un estado de fluidez que dificulta las acciones y la planeación de las mismas. Un estado de fluidez contextual es una situación que se produce en el macro entorno -macro contexto- donde los cambios se caracterizan por tener discontinuidades. En otras palabras las mediaciones que existen en entornos estables con la toma de decisiones concretas se ven alteradas.

-
- PEMEX. 2019. Sistema de Monitoreo Automatizado del Empaque (SMAE). Reporte por desviación del mercado ilícito de combustible, cálculos hechos por PEMEX. Información interna. Ciudad de México, México.
- Pérez, A.L. 2018. "Huachicoleo" a escala multimillonaria. Dentro de PEMEX toda una "industria paralela". Revista Proceso, núm. 2200, pp. 6-9, 2018. De la misma autora ver:
- Pérez, A.L. 2019. PEMEX RIP. Vida y Asesinato de la Principal Empresa Mexicana. Tercera reimpresión, Editorial Grijalbo, febrero de 2019. Cap. 8. Los señores del huachicol. Pp. 347-368. Cap. 9. La PEMEX de papel. Ingeniería financiera para el saqueo. Pp. 369-393. Ciudad de México, México
- Presidencia de la República. 2019. Prensa. Conferencia de prensa del presidente Andrés Manuel López Obrador 27 de diciembre 2018, México. Consulta el 12 de julio de 2019. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/conferencia-de-prensa-del-presidente-andres-manuel-lopez-obrador-27-de-diciembre-2018>
- Programa Jóvenes Construyendo el Futuro. 2019. Este programa ofrece becas a estudiantes de la educación básica, media y media superior y superior, así como pensiones a adultos mayores y personas con discapacidad. Tandas y Producción para el Bienestar, México. Consulta el 7 de abril de 2020 <https://lopezobrador.org.mx/2019/01/22/programas-de-bienestar-se-suman-a-plan-contra-robo-de-combustible/>
- Ralby, I.M. 2018. Downstream oil theft: Global modalities, Trends and Remedies. Atlantic Council Global Energy Center, 2017. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/conferencia-de-prensa-del-presidente-andres-obrador-27-de-diciembre-2018>, (consultado el 12 de julio del 2019); Fondo Monetario Internacional y datosmacro.com y <https://dpprom.online/oilngas/sejchas-kak-vrezhu-ili-problema-hishheniya-nefti-v-rossii/>, (consultados el 7 de abril de 2020, en ruso).
- Sandoval-Ballesteros, I.E. 2016. Enfoque de la corrupción estructural: Poder, impunidad y voz ciudadana. Revista Mexicana de Sociología. 78(1):119-152. El concepto de corrupción se ha trivializado y se lo toma como un sinónimo de "soborno o extorsión", además de que algunos gobernantes señalan unas supuestas raíces culturales de la corrupción. Esto no es así, la "corrupción estructural" surge de la captura del estado por parte de los intereses económicos y rentistas. Vgr: Naciones Unidas (Programa Global contra la Corrupción) define el fenómeno de la corrupción como el comportamiento de individuos y funcionarios públicos que se desvían de la responsabilidad y usan su posición de poder para satisfacer fines privados y asegurar sus propias ganancias. En el mismo sentido la asocia el Programa de Transparencia Internacional que la define como el abuso del poder público. Estas nociones están asociadas a la teoría de la modernización que indicarían que la corrupción es resultado del subdesarrollo o la falta de una "cultura de la legalidad" Sin embargo, la literatura más reciente indica que este fenómeno surge de la captura del estado por parte de los intereses económicos y rentista.
- Soto-Rodea, J., Ciceri, H.N. 2020. Inventiones y tecnologías asociadas con la protección intrusiva de ductos que transportan petróleo y derivados. En prensa.
- Soto-Rodea, J. 2020. Principales tendencias tecnológicas utilizadas para combatir el robo de gasolinas a través de ductos: El caso de México. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Ciudad de México, México.
- SSPC. 2020. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. IV. Reporte diario del desvío de hidrocarburos reportados por Petróleos Mexicanos (PEMEX). Consulta el 7 de abril de 2020. Página electrónica <http://www.informeseguridad.cns.gob.mx/>

La música y las ciencias físicas: Leyes de la gravitación universal que gobiernan al piano y el agua que influye a la música

Music and the physical sciences: Laws of universal gravitation that govern the piano and water that influences music

José Antonio de Jesús Arredondo-Garza*

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería y Conservatorio Nacional de Música
- Instituto Nacional de Bellas Artes, México. Presidente del Comité Académico de Tecnología y académico de las Comisiones de Ingeniería y de Música de la Academia Mexicana de Ciencias Artes Tecnología y Humanidades | *President of the Academic Committee of Technology and member of the Engineering and Music Commissions of the Mexican Academy of Sciences Arts Technology and Humanities.* Correo-e (e-mail): jarredon@unam.mx

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

Mucho se ha hablado acerca de si se debe tocar con *peso* o no al piano y las respuestas en muchas ocasiones suelen ser confusas o evasivas. Contestando a esa pregunta simple y compleja se puede mencionar que Sir Isaac Newton (1642 — 1727) en el siglo XVII pensaba que todo el universo estaba gobernado por las "Leyes de la Gravitación Universal" y, por lo tanto, todo cuerpo que tuviera el atributo de masa, área y volumen estaría sujeto a las variables conocidas como peso, fuerza y energía cinética. Es muy cierto que una buena articulación acompañada del peso correcto va a producir una buena calidad sonora. Se puede inferir, por tanto, que una buena técnica conduce a que un ejecutante logre encontrar la "Ley del Menor Esfuerzo" y, por la misma razón, la economía de movimientos como resultado de ello. Cuando una técnica se asimila como el único fin se corre el riesgo de perder todo el sentido artístico de la interpretación musical, convirtiendo al arte en un "lugar común". En este artículo se plantean algunas estrategias para romper con la rutina causante de este paradigma. Por otra parte, aunque podría hacerse referencia sobre la construcción de instrumentos musicales históricos relacionados con el agua, en este artículo se hará referencia a los casos donde la música está influenciada por el agua. Específicamente, se dará el ejemplo de un lugar histórico donde se conjuntaron Ingeniería, Arte, Música e inspiración musical. Este lugar es "La Villa de Este" situada en Tívoli, cerca de Roma, Italia, declarada actualmente como patrimonio histórico de la humanidad, siendo esta una pieza maestra de la arquitectura italiana y especialmente del diseño de jardines.

Palabras clave: Música, ciencias físicas, Leyes de la gravitación universal, piano, agua

Abstract

Much has been said about whether or not to play the piano with weight and the answers are often confusing or evasive. Answering that simple and complex question, it can be mentioned that Sir Isaac Newton (1642 - 1727) in the 17th century thought that the entire universe was governed by the "Laws of Universal Gravitation" and, therefore, every substance or body that had the attributes of mass, area, and volume would be subjected to the variables known as weight, force, and kinetic energy. It is true that a good articulation accompanied by the correct weight will produce a good sound quality. It can be inferred, therefore, that a good technique leads to a performer being able to find the "Law of Least Effort" and, for the same reason, the economy of movements as a result. When a technique is assimilated as the sole purpose, there is a risk of losing all the artistic meaning of the musical performance, turning art into a "common place". In this article some strategies are proposed to break with the routine that may cause this paradigm. On the other hand, although references could be made about the construction of historical musical instruments related to water, this article will refer to cases where music is influenced by water. Specifically, the example of a historical place where Engineering, Art, Music, and musical inspiration will meet will be given. This place is "La Villa de Este" located in Tivoli, near Rome, Italy, currently declared as a World Heritage Site, this being a masterpiece of Italian architecture and especially garden design.

Keywords: Music, physical sciences, Laws of universal gravitation, piano, water

Introducción

Dentro de la práctica para tocar el piano, al margen de la escuela pianística o técnica usada, hay un factor que en muchas ocasiones puede pasar desapercibido e incluso no faltan personas que lo llegan a negar. Justamente es lo relativo al peso del brazo y la mano.

Más adelante se explicarán las razones de por qué existe el peso, pero se puede anticipar que este es el resultado de las acciones gravitacionales sobre la masa y volumen de todos los objetos. Aunque la mayoría de las técnicas no lo ven así, en realidad el instrumento musical completo podría considerarse como conformado por el ejecutante y el piano. Es decir, el piano representa al instrumento mecánico que como medio permite, con una buena técnica, lograr una buena emisión de sonido. La otra parte lo conforma el mismo ejecutante con todos los atributos de un verdadero ser vivo. Es decir, la capacidad de sentir, de expresar sus sentimientos y todas las virtudes que posee un ser humano. Ciertamente, *"antes de ser un consumado pianista hay que ser primero un verdadero artista"*.

Tanto el ejecutante como el piano como instrumento tienen el atributo de masa y volumen. Por lo tanto, ambos están sujetos a la fuerza de gravedad terrestre y, por la misma razón, tienen el atributo de peso (Figura 1).



Figura 1. El autor durante un recital en el VII Congreso Internacional de la Academia Mexicana de Ciencias Artes Tecnología y Humanidades (UNAM, Unidad de Seminarios Dr. Ignacio Chávez, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, miércoles 18 de octubre de 2017)

Dejando volar la imaginación y con una nave espacial subiendo un piano al espacio en donde no se tenga atracción gravitacional de ningún tipo cabría hacerse la siguiente pregunta: ¿Cuál sería la acción-reacción que presentaría un piano y cómo sería tocado por un(a) ejecutante? La respuesta sería muy sencilla, veríamos que al tocarse una tecla, esta no regresaría a su nivel normal porque su mecanismo necesita de la fuerza de gravedad y de aquí se deduce que el o la ejecutante al estar en un ambiente de micro - gravedad no tendría tracción para poder tocarlo. Lo más probable es que al estar flotando sería repelido del piano con el más mínimo esfuerzo. Además, si se considerara el mecanismo de repetición del piano, este se vería totalmente anulado por la ausencia de gravedad (Figura 2).

LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Esta ley fue desarrollada por Sir Isaac Newton (1642 — 1727) en el siglo XVII y se menciona en el tercer libro de su obra "*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*" (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural).



Figura 2. Arthur Rubinstein al piano ¿Qué le pasaría en la Luna o en el espacio sideral?

Definición

La Ley de la Gravitación Universal establece la fuerza con que se atraen dos cuerpos por el simple hecho de tener masa. Es evidente que dos cuerpos pequeños difícilmente se van a atraer (no en forma perceptible), a menos que esté sucediendo un fenómeno de cargas eléctricas mencionado en la "*Ley de Charles - Augustin de Coulomb*" (1736—1806), pero ese es un asunto que no atañe para este artículo. Aquí Newton se está refiriendo a la interacción de masas muy grandes (por ejemplo el sistema Tierra - Luna). Se puede definir a esta fuerza de atracción gravitacional mediante la siguiente relación matemática:

$$F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2} \quad (1)$$

donde: " F " es la fuerza ejercida entre ambos cuerpos, " G " es la constante de la gravitación universal, " M_1 " y " M_2 " representan a las masas de los cuerpos y " r^2 " es la distancia al cuadrado entre las dos masas. El valor de la constante de la gravitación universal " G " no pudo ser establecido por Newton. Sin embargo, tiene el mérito de haber presentado la forma de cómo deducir la interacción gravitacional. En el año de 1798 bajo la propuesta inicial de John Michell (1724-1793) quién fue el primero que mencionó la posibilidad de la existencia de los agujeros negros, bajo la supervisión de Henry Cavendish (1731-1810) realizó el famoso "*Experimento de Cavendish*" para obtener el valor de la constante " G " y, en la actualidad, bajo técnicas más precisas se llegó al valor de:

$$G = 6.67384 \times (80) \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \quad (2)$$

La fuerza gravitacional terrestre

La interacción de la masa del planeta Tierra sobre todos los cuerpos que tienen el atributo de masa y volumen es lo que se conoce como la fuerza de atracción gravitacional terrestre y todos(as) estamos sujetos a su acción en donde quiera que estemos. Las Leyes de Newton mejor conocidas como las "*Leyes de Movimiento*" explican gran parte de los problemas planteados en la "*Mecánica Clásica*". No es el propósito de este artículo definir cada una de sus leyes, solamente va a considerarse lo referente a la cita "*a toda acción corresponde una reacción*" (tercera ley de Newton), que atañe a la mayoría de los fenómenos físicos relacionados con la ejecución del piano y, por lo tanto, son relativos a la acción gravitacional terrestre.

Los brazos del o la ejecutante tienen un peso dado

Con referencia específica al cuerpo humano desde el punto de vista físico puede verse que reúne las características antes mencionadas y, siendo más específicos, los brazos tienen un peso particular que varía de persona a persona. Es muy obvio que un brazo delgado tiene menos peso, mientras que el peso de una persona con exceso de masa corporal va a ser un brazo más pesado. Se está mencionando lo anterior al margen del volumen muscular desarrollado por cuestiones relativas al ejercicio corporal. Todo esto se refiere al peso de un brazo en un estado de reposo.

Si se considera como una variable adicional al tamaño de la mano es muy significativo que hay manos pequeñas, medianas, grandes y muy grandes. Incluso si se habla de dedos, se puede mencionar que hay dedos cortos, largos, delgados y gordos. Todo esto puede representar grandes variantes que pueden influir dentro de los "*recursos intrínsecos*" que un pianista puede tener, independientemente de la escuela pianística (Figura 3).

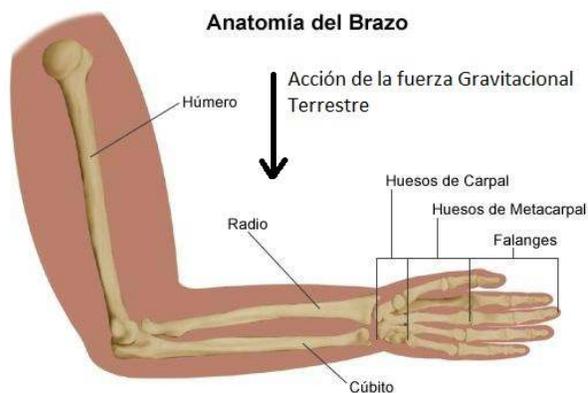


Figura 3. Diagrama esquemático anatómico de un brazo de un(a) ejecutante

Velocidad de contacto y energía de contacto

Al atacar un acorde desde una cierta altura y con la mano rígida se corre un muy alto riesgo de producir un "sonido estridente" por la falta de amortiguamiento del brazo, mano y dedos. Es una situación en donde no se han puesto de acuerdo, lo cual puede generar polémicas y conflictos sin solución. En este artículo se hace referencia a la caída de cuerpo libre solamente. Se pretende explicar la física del fenómeno y no las repercusiones acústicas resultantes.

Para simplicidad de conceptos, se considera al "*brazo - mano*" como una sola unidad que está sujeta de las "*Leyes del Movimiento*" de Sir Isaac Newton. Suponiendo que "*mano-brazo*" es lanzado desde una cierta altura "*h*" hacia el piano se tendría que considerar una "*velocidad de contacto*" con respecto al momento en que se hace contacto con el teclado (Figura 4).

Adicionalmente, considerando que "brazo—mano" es lanzado libremente sin ejercer alguna fuerza adicional, se tendría que considerar al mismo tiempo la variable "energía de contacto" que se refiere al momento en que se hace contacto con el piano.

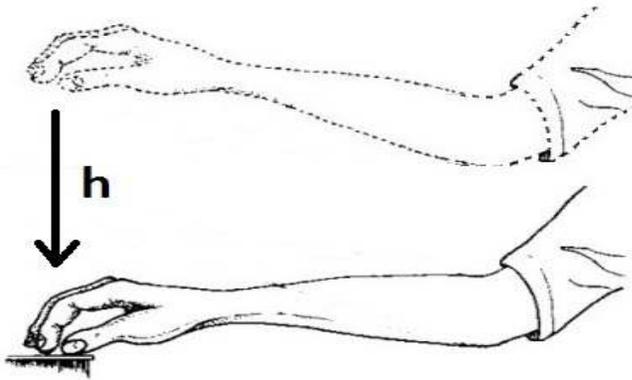


Figura 4. Brazo cayendo libremente sobre el piano

Para tal fin, hay que referirse a la fórmula del cálculo de la "energía cinética" que fue desarrollado por Gottfried Leibniz (1646 — 1716) y Daniel Bernoulli (1700 — 1782). Posteriormente, describiendo a la energía cinética como fuerza viva (*vis vivis*) mediante el uso de la siguiente relación matemática:

$$E_C = \frac{Mv^2}{2} \quad (3)$$

donde: "M" es la masa dada en kilogramos (kg), "v" es la velocidad dada en metros por segundo (m/s) y "EC" es la energía cinética dada en unidades de "julios" (Joules) (J). Antes de usar la expresión descrita debe considerarse la "velocidad de contacto" que estaría dada por la ecuación:

$$V_{\text{Contacto}} = V_0 + a * t \quad (4)$$

donde: "V_{Contacto}" es la velocidad de contacto en el momento que la mano llega al teclado, "V₀" es la velocidad inicial del brazo, "a" es la aceleración debida a la fuerza de gravedad (9.81 m/s²) y "t" es la variable tiempo dada en segundos.

Si la velocidad inicial es cero esta ecuación se reduce a:

$$V_{\text{Contacto}} = a * t \quad (5)$$

En este caso particular, es muy usual que la variable "t" no se conozca, por lo que la ecuación del cálculo de la velocidad quedaría como:

$$V_{\text{Contacto}}^2 = 2 * a * h \quad (6)$$

de donde se obtiene:

$$V_{\text{Contacto}} = \sqrt{2 * g * h} \quad (7)$$

Por ejemplo, si se considera que el brazo está a una altura $h = 30$ cm y la velocidad inicial $V_0 = 0$ se tendrá lo siguiente:

$$V_{\text{Contacto}} = \sqrt{2 * (9.81) * (0.30)} \quad (8)$$

$$V_{\text{Contacto}} = 2.4261 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (9)$$

Ahora bien, si se considera la ecuación de energía cinética y que el brazo tiene una masa $M = 2$ kg, la velocidad de contacto sería:

$$E_c = \frac{2(2.4261)^2}{2} = 5.8564 \text{ J} \quad (10)$$

Nota: Se recomienda ver el Apéndice de Unidades de Medida que se encuentra al final de este artículo.

Suponiendo ahora que este "brazo-mand" tiene una masa de 7 kg porque es el brazo de una persona con exceso de masa corporal y la altura sigue siendo de 30 centímetros. Entonces se tienen los cálculos siguientes:

$$V_{\text{Contacto}} = 2.4261 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{la misma})$$

$$E_c = 20.4974 \text{ J} \quad (11)$$

Nótese que intrínsecamente un "brazo-mand" más pesado puede imprimir con mayor facilidad más energía cinética sobre el teclado de un piano y, por la misma razón, deberá tenerse más cuidado en el manejo del "brazo-mand" para obtener los resultados que una obra musical exige.

Como puede verse, la ecuación primaria de energía cinética demuestra que el "brazo-mand" de una persona tiene peso y por la misma razón puede desarrollar una "energía potencial proporcional a su peso".

EL MECANISMO DEL PIANO

Con respecto de los conceptos elementales del piano como instrumento se ve que tiene unas características muy peculiares y, además, se tendrían que considerar algunas variables nuevas tales como: a) La velocidad de ataque de los dedos, b) El peso (ya mencionado anteriormente) y c) La oposición de la mano y el dedo, de donde se deduce que "a toda acción corresponde una reacción" (tercera Ley de Newton). El manejo adecuado de estas variables se traduce en intensidad del sonido emitido (Figura 5).

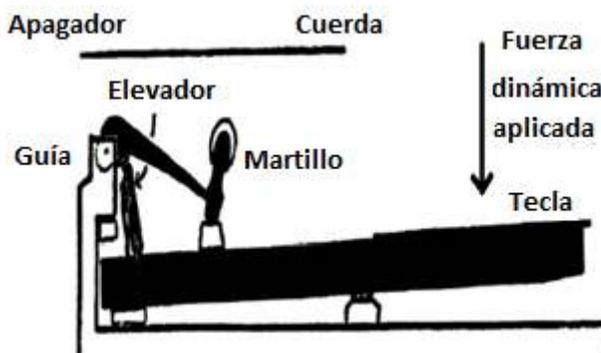


Figura 5. Mecanismo básico de un piano

Un mal equilibrio de esos conceptos puede llegar a causar lesiones muy graves a la larga en músculos, articulaciones y tendones. Una buena digitación es crucial y puede influir positivamente en la ejecución de una obra musical. Mientras que una mala digitación puede incluso lastimar la mano y los dedos. Es

muy importante que el alumno bajo la dirección de su maestro aprenda a digitar, dado que muchas obras importantes pueden carecer de ellas.

Con respecto de la "*velocidad de ataque*" es una manifestación del ataque del dedo sobre la tecla y, obviamente, existe una cantidad muy grande de ataques que puede variar muy significativamente de escuela a escuela técnica y va desde una articulación simple hasta un dedo amartillado. En la velocidad de ataque también puede aplicarse la ecuación de energía cinética antes mencionada.

Intrínsecamente el piano tiene un "*umbral de ataque*", es decir, si se ataca al piano por debajo de ese umbral, por cuestiones inerciales el mecanismo del piano no respondería.

La variable peso se refiere al "*peso natural*" de cada mano y la modulación adicional por la fuerza que se imprima por el brazo. Con referencia a lo anterior se deben considerar tres fuerzas resultantes: a) La resultante del peso natural de la mano, b) La resultante del peso natural del brazo y c) La fuerza adicional ejercida por el o la ejecutante:

$$F_R = F_{NM} + F_{NB} + F_{Add} \quad (12)$$

donde: " F_R " es la fuerza resultante, " F_{NM} " es la fuerza natural debido al peso de la mano, " F_{NB} " es la fuerza natural debida al peso del brazo y " F_{Add} " es la fuerza adicional que el o la ejecutante use. Obviamente la unión de "*brazo - mano - dedo*" considerado ahora como una unidad puede variar sus características enormemente de persona a persona.

Puede verse dentro de los grandes pianistas del Siglo XX ejemplos de ejecuciones en donde la posición de la mano y de los dedos no se apega a ningún patrón conocido. Sin embargo, logran interpretaciones magistrales particulares que los convierten en leyendas del piano.

Como ya se mencionó al principio, el mecanismo íntegro del piano está sujeto a la fuerza de gravedad terrestre y, por la misma razón, el piano mecánico no puede funcionar en un ambiente de micro-gravedad. No se va a tratar más sobre la estructura interna de un piano porque no es el objetivo de este artículo.

Si se pusiera a un piano mecánico a las condiciones de vacío del espacio exterior, este "*sería incapaz de transmitir su sonido*", aunque es muy probable que las cuerdas sí vibraran. Esta última mención requeriría de un estudio muy amplio para ver cómo sería su patrón de vibración sin la resistencia del aire y cuál sería su desviación en frecuencia.

A TODA ACCIÓN CORRESPONDE UNA REACCIÓN

Uno de los fines de toda técnica es facilitar la ejecución y la interpretación buscando la "*Ley de Menor Esfuerzo*".

"*La fuerza ejercida sobre el piano por el brazo, por la mano y por los dedos presenta una reacción contraria proporcional*" (3era Ley de Newton). La sapiencia con que administre este concepto da como resultado una ejecución con buena calidad sonora.

Existen factores que pueden influir dentro del campo de la hermenéutica (interpretación) como son: a) El virtuosismo, b) El conocimiento teórico, c) El Talento.

Es muy loable el deseo de superación como profesional del piano pero hay que cuidar de no caer en el "*excesivo cultivo del virtuosismo*" en detrimento de una buena interpretación. Una buena táctica sería aplicar formas diferentes de tocar una obra para evitar que nuestro cerebro se acostumbre a una rutina excesiva. Por supuesto, la resultante final deberá ser lo que está escrito en la obra.

"*El conocimiento teórico*" y el cómo aplicarlo a una determinada obra es el camino para lograr una interpretación apegada a los diferentes estilos musicales.

Un ejercicio excelente para entrenar el oído sería dividir la polifonía de la mano derecha entre las dos manos y de manera similar hacerlo con la mano izquierda. "*Ese sería nuestro modelo sonoro a imitar con una sola mano*". De aquí se deduce que la conciencia de lo que se está haciendo puede influir en la utilización de menos recursos y además encaminarnos a encontrar la "*Ley de menor esfuerzo*".

Otra forma de entrenamiento auditivo sería en el caso de un bajo de Doménico Alberti (1710 - 1740): tocar solamente la primera nota del bajo y la mano derecha como está escrita, obteniéndose así el beneficio de entrenar al oído para escuchar el bajo de la obra (*el bajo es la base de toda la armonía*).

Ejemplo de Bajo de Alberti dentro de la Sonata en Do Mayor K. 545 de W. A. Mozart (1756 - 1791)
Con respecto al "*talento*", las especulaciones de teóricos y críticos constantemente han quedado en ridículo. Podría definirse al talento como el "*conjunto de habilidades naturales*" de un individuo para desarrollar una determinada actividad. Además, pudiera hablarse de grados de talento y eso puede incluir una peculiar disposición natural para la interpretación. Un talento excepcional puede romper incluso con lo propuesto por cualquier escuela pianística y "*es una condición única e irrepetible*".

Es importante mencionar de nuevo la cita de Claudio Arrau (1903 - 1991) del recital conmemorativo de su 80 aniversario:

"Nunca golpear, ¿cómo hacer esto? Si mantienes el cuerpo relajado este estará en contacto con las profundidades de tu alma. Eso está claro y es muy importante. De modo que, si alguna articulación está rígida, impides la corriente física, la emoción, lo que la propia música te dicta".

SÍNDROME DE SOBRECARGA MUSCULAR EN MÚSICOS

En el año de 1987 Hunter J. H. Fry publica en la revista médica "The Lancet" un artículo referente al "*Síndrome de sobrecarga muscular en músicos*" en donde presenta estrategias preventivas para quienes trabajan con instrumentos musicales durante largos periodos de estudio y hace referencia a los posibles daños debido a malos hábitos de estudio.

Definición

El síndrome de sobrecarga muscular es un trastorno frecuente que se caracteriza por dolor e impotencia funcional en los músculos y ligamentos articulares de la extremidad superior.

Se diagnostica con toda seguridad cuando una historia de mialgia e impotencia funcional (deterioro de la técnica) se presenta tras una intensa actividad manual asociada con signos de dolor en las estructuras afectadas.

En los músicos suele desencadenarse al tocar el instrumento durante más largos periodos de tiempo y puede simular otros trastornos que provocan dolor en la extremidad superior, como neuropatías, tenosinovitis verdaderas (dolor en el hombro), artritis, espondilosis y distrofia simpática refleja.

Estudios asociados

Los estudios sistemáticos sólo datan del año de 1983.

En un estudio realizado a 379 músicos se constató el trastorno en todos los grupos de instrumentistas (teclado, cuerda, instrumentos de aliento madera y metal e instrumentos de percusión).

Estableciendo un rango de edades muy amplio que va desde niños de escuela primaria hasta ancianos, se diseñó un sistema arbitrario de graduación que demostró poseer utilidad práctica de la siguiente manera:

Grado	Síntoma
1	<i>Dolor en una localización durante la actividad causal.</i>
2	<i>Dolor en múltiples localizaciones durante la actividad causal.</i>
3	<i>Dolor con otros usos de la mano; posibilidad de demostrar estructuras dolorosas; puede aparecer dolor en reposo o pérdida de la capacidad funcional.</i>
4	<i>Dolor con cualquier uso de la mano; dolor después de la actividad en usos menores; dolor en reposo y nocturno; signos notorios de dolorimiento; pérdida de la función motriz (pérdida del control de respuesta); debilidad.</i>
5	<i>Pérdida de la capacidad de uso a causa de dolor continuo; pérdida de la función muscular, especialmente debilidad; signos físicos evidentes.</i>

La práctica del músico es como el entrenamiento de un atleta y ya Hipócrates advirtió el riesgo de lesión al mantener un esfuerzo máximo. Es prudente que el músico limite sus periodos de práctica estratégicamente.

Con respecto a lo antes mencionado, hace tiempo se vio un caso grave de un alumno con problemas severos relativos a "Túnel del Carpo" debido a un exhaustivo movimiento de la muñeca hacia arriba y abajo con una mala articulación.

Se recomienda estudiar durante 25 minutos y luego tomar un descanso arbitrario de 5 minutos o bien 50 minutos por 10 minutos de descanso y algunos estudios adicionales relativos al aprendizaje dictan que el periodo óptimo de estudio tiene una base de 4 horas.

Aquí es conveniente mencionar que sería recomendable el estudio de un pasaje con diferentes características. Es decir, si se estudió exhaustivamente un pasaje de octavas, sería conveniente alternarlo con un pasaje de escalas, etc.

Por la misma razón, se recomienda que un recital de piano tenga una organización equilibrada.

En el caso particular del piano, debiera considerarse el proceso de fortalecimiento de los músculos de la mano, de los dedos y del brazo completo.

Esto implica que no se puede comenzar a estudiar un pasaje complejo sin un fortalecimiento programado y es muy importante suspender toda la actividad al primer síntoma de cansancio y, como ya se mencionó al principio: "todo cuerpo que tiene los atributos de masa y volumen innegablemente está sujeto a la fuerza de gravedad".

SUGERENCIA DE ESTRATEGIAS ADICIONALES

Crear ejercicios y variaciones sobre los pasajes podría ser una buena estrategia para aumentar la destreza de los dedos, como por ejemplo sobre el Estudio Opus 10, No. 3 de F. Chopin (1810 - 1849).

De este ejemplo se podría proponer lo siguiente, buscando no luchar contra la acción de la fuerza de atracción gravitacional:

f con bravura

Pasaje original del Estudio Opus 10, No. 3 de F. Chopin

Primera variante

Presentación de la Variante 1 (Dos notas contra 1)

Segunda variante

Presentación de la Variante 1 (Una nota contra 2)

Variante considerando las 2 notas centrales que forman las 2 sextas contiguas tocadas al unisóno

Presentación de la Variante 3 (por descomposición de 6tas)

Mismo concepto aplicado a la mano izquierda

Presentación de la Variante 4 (por descomposición de 6tas)

La práctica de las variantes usadas como ejercicios programados fortalecerán las manos y dedos de una manera muy notable haciendo que el pasaje original fluya naturalmente y, al mismo tiempo, se sentirá en ambas manos una plasticidad muy diferente a lo habitual, por lo que también la interpretación se dará también de una manera natural.

Al realizar una actividad diferente a lo escrito, se obliga al cerebro a hacer más conexiones (sinapsis) de las que se tenían programadas para una determinada obra. Las teorías más recientes mencionan que hay nacimiento de neuronas (neurogénesis) por cada actividad diferente que se realice, sin importar la edad.

Es muy importante tener un "para qué", un "objetivo" y un "conocimiento de los diferentes estilos musicales".

No basta lo que el maestro enseñe en la etapa de formación como estudiantes, hay que estar en una continua disposición de seguir aprendiendo, investigando y experimentando nuevas posibilidades, muy alejadas de cualquier convención o actitud que pudiera entorpecer el objetivo final que es "*hacer del arte más que un oficio, trascendiendo a la partitura*" y, ante todo, buscar la expresión musical respetando lo que está escrito.

Una obra puede evocar imágenes, situaciones y sentimientos, lo cual, es muy conveniente para la concepción que hace el intérprete de una obra. Con respecto a la mención anterior, hace tiempo escribí un soneto debido a la evocación que me provocó la escucha de "*El Mesías*" de Georg Fiedrich Händel (1685 - 1759). El último terceto dice lo siguiente:

*"Es el acorde trompeta del ángel
y la cromática risa de niño,
que se recrea en un Jesús ya nacido".*

José Antonio de Jesús
Arredondo Garza
2/Abril/2014

LA INFLUENCIA DEL AGUA SOBRE LA MÚSICA

Ahora yendo al segundo ejemplo de este artículo, a continuación, se presentan algunos datos históricos del lugar que constituye esta parte: "*La Villa de Este*", situada en Tívoli, cerca de Roma, Italia. Esta maravilla artística fue declarada como patrimonio histórico de la humanidad, siendo una pieza maestra de la arquitectura italiana y especialmente del diseño de jardines.

El Cardenal Hipólito II de Este (1509 – 1572), hijo de Alfonso I de Este y Lucrecia Borgia, y nieto del Papa Alejandro VI fue quien encargó la construcción de este histórico lugar donde se conjuntaron Ingeniería, Arte, Música e inspiración musical. Fue nombrado gobernador de Tívoli por el Papa Julio III, quien le regaló la villa preexistente, la cual construyó por completo siguiendo los diseños de Pirro Ligorio, bajo la dirección del ingeniero y arquitecto ferrarés Alberto Galvani. El pintor en jefe de la decoración interior fue Livio Agresti (1508 - 1580) de Forli (Figura 6).

De 1550 hasta su muerte en 1572, cuando la villa estaba casi terminada, el cardenal creó un palacio rodeado de jardines en forma de terrazas de "*estilo manierista*" y, por supuesto, los requerimientos de agua eran muy grandes porque los jardines estaban decorados con fuentes, cascadas y fuentes de agua.

Pirro Ligorio con la asistencia de Thomaso Chiurichi de Bolonia, considerado este último como uno de los mejores ingenieros hidráulicos del siglo XVI, diseñaron los jardines de la villa (Figura 7).

También en los diseños técnicos de las fuentes ayudó el francés Claude Vernard, quien era un experto en el diseño de órganos de agua. Sin embargo, el "*Órgano de Agua*" existente en la Villa de Este fue construido por Clericho Lucha y terminado por Claude Vernard.

Este órgano es considerado como el más famoso del siglo XVI, construido entre 1569 - 1572.

Ya en esa época se tenía el precedente del diseño de "*cajitas de música*" con lo cual se podía perfectamente programar la ejecución de melodías predestinadas.

Cabe remarcar que en el siglo XIX y principios del siglo XX estuvo de moda que algunos compositores crearan obras emulando la sonoridad de una cajita de música en el piano.

El órgano de agua en su construcción necesariamente tiene un sistema de fuelle de aire movido por la fuerza hidráulica y esta, a su vez, mueve a un mecanismo que hace posible reproducir melodías.



Figura 6. Carl Blechen (1798-1840): "*Im Park der Villa d'Este*"
(En el parque de la Villa de Este)



Figura 7. Fontana dell'Organo vista delle Peschiere (Fuente del Órgano vista desde la pecera)

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece a la Academia Mexicana de Ciencias Artes Tecnología y Humanidades por el uso del material que empleó para sus dos conferencias impartidas en sus congresos internacionales realizados en la Ciudad de Querétaro y en la Ciudad de México para este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- "Anatomía Humana" (sólo como referencia) del Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez. Editorial Porrúa. México.
- Aprendizaje y Memoria: "Del Cerebro al Comportamiento" de Mark A. Gluck, Eduardo Mercado, Catherine E. Myers. (sólo como referencia). Editorial McGraw-Hill (año 2009). México.
- Diccionario Harvard de la Música. Editorial Diana. México.
- Encyclopedia of Keyboard Instruments. "The Piano" by Robert Palmieri. Published in Great Britain by Routledge (2003).
- El pianista "Claudio Arrau". Entrevista hecha por Plácido Domingo durante el recital conmemorativo de su 80 aniversario.
- "Estudios de F. Chopin", edición Paderevsky.
- "Física General" de Ignacio Martín Bragado, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (12 de febrero del 2003). México.
- "Física General": Serie Schaum. Autor: Frederik J. Bueche. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México.
- Fotografía de archivo del pianista "Arthur Rubinstein".
- Fragmento de la Sonata en Do Mayor K. 545 (primer movimiento) de W. A. Mozart.
- "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural), tercer libro de Sir Isaac Newton.
- "Síndrome de sobrecarga muscular en músicos" (Salud Laboral) por Hunter J. H. Fry. Revista Médica "The Lancet" (edición en español), Vol. 10, Num. 2, 1987.

APÉNDICE. UNIDADES DE MEDICIÓN

Sistema Internacional de Unidades	
Magnitud	Unidades
Longitud	Metro (m)
Masa	Kilogramo (kg)
Tiempo	Segundo (s)
Aceleración	m/s^2
Aceleración de la gravedad	$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$
Aceleración de la gravedad en la Ciudad de México	$g = 9.78 \frac{m}{s^2}$
Altura = h	Metros (m)
Energía cinética (Joule)	$J = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$
Fuerza	$f = N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$
Newton	$N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$
Velocidad	m/s



El autor durante su concierto en la Ciudad Universitaria

Hoja intencionalmente en blanco / *Intentionally blank page*

Pautas para incorporar la transdisciplina a los proyectos de ingeniería en las instituciones de educación superior

Guidelines to incorporate the transdiscipline into engineering projects in institutions of higher education

Norma Elvira Peralta-Márquez*¹, Arturo Ángeles-Mancilla²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Contaduría y Administración, Secretaría del Consejo Directivo de la Torre de Ingeniería y profesora universitaria, autora del libro: *Razonamiento lógico matemático para la toma de decisiones*
Correo-e (*e-mail*): norpermar@yahoo.com

²Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Ingeniería, Titular de Planeación Estratégica, Coordinación de Planeación y Desarrollo, profesor universitario, especialista en tecnología educativa

*Autora a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

En el contexto de la transformación de saberes se perciben los límites de las especializaciones y la transdisciplinariedad, entendida como un complejo de fenómenos irreducible a una sola dimensión, es una perspectiva digna de reflexionarse de cara a la educación que se ofrece en las instituciones de educación superior e investigación (IES). Desde esta perspectiva es recomendable articular acciones desde la pedagogía para abrir nuevos canales de diálogo entre ciencias y, de manera más dirigida, promover nuevos modelos de trabajo que superen la visión parcelaria del conocimiento. La aplicación práctica del conocimiento a través de la problematización o el desarrollo de proyectos es uno de los mecanismos para afianzar la cultura de la transdisciplina, sobre todo al asumir que muchos temas, como el ambiental, son complejos y requieren nuevos enfoques de pensamiento y estrategias de re significación. Uno de los medios que posibilitan el encuentro entre saberes son las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), sobre todo ahora que forman parte del Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. En congruencia con ello, es valioso integrar las nuevas tecnologías, metodologías y modelos e incluso llegar a concretar proyectos piloto que articulen la transdisciplina mediante las nuevas herramientas tecnológicas para formar seminarios con estudiantes de licenciatura o posgrado para el abordaje de temáticas transversales potencien los impactos.

Palabras clave: Transdisciplina, pensamiento complejo, tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), proyectos transversales

Abstract

In the context of the transformation of knowledge, the limits of specializations are perceived and transdisciplinarity, understood as a complex of phenomena irreducible to a single dimension, is a perspective worthy of reflection in the face of education offered in research and higher education institutions (IES). From this perspective, it is advisable to articulate actions from pedagogy to open new channels of dialogue between sciences and, in a more targeted way, to promote new work models that exceed the fragmentary vision of knowledge. The practical application of knowledge through problematization or project development is one of the mechanisms to strengthen the culture of transdiscipline, especially by assuming that many issues, such as the environment, are complex and require new approaches to thinking and strategies of re-significance. One of the means that make the meeting between knowledge possible are the technologies of learning and knowledge (TLK), especially now that they are part of the Institutional Development Plan of the National Autonomous University of Mexico, UNAM. Consistent with this, it is valuable to integrate new technologies, methodologies and models and even to finalize pilot projects that articulate transdiscipline through new technological tools to form seminars with undergraduate or graduate students to address cross-cutting themes to enhance the impacts.

Keywords: *Transdiscipline, complex thinking, technologies of learning and knowledge, transversal projects*

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más complejo y cambiante, los paradigmas tradicionales de las instituciones de educación superior son puestos en tela de juicio. En el contexto de la transformación de saberes se perciben los límites de las especializaciones y la transdisciplinariedad, entendida como un complejo de fenómenos irreductible a una sola dimensión, es una perspectiva digna de reflexionarse de cara a la educación que se ofrece en las instituciones de educación superior e investigación (IES).

En esta circunstancia, sin dejar de considerar que la división disciplinar mantiene sus aportes en la construcción y aplicación del conocimiento, es oportuno considerar que en los temas de alta complejidad se requiere de un cruce o intersección que traspase los umbrales de cada campo del conocimiento (Luengo, 2012). A partir de este planteamiento es conveniente retomar la idea de Morin de hacer un esfuerzo para reorganizar el pensamiento e incluso reformar la educación, es decir ir más allá y plantear nuevos escenarios para confrontar las neuronas de los especialistas, de manera constructiva (Luengo, 2012).

Para avanzar en esa dirección es recomendable conceptualizar a la transdisciplina como un factor de aproximarse a la realidad desde las perspectivas:

- Cognitiva
- De colaboración entre ciencia, tecnología y sociedad
- Educativa

En los años recientes el punto de vista cognitivo ha recibido gran atención dado su potencial para transformar paradigmas de conocimiento y fomentar la integración entre saberes. Por su parte, la perspectiva colaboracionista ha dado pauta para la solución de problemas sociales, al hacer eco de la "necesidad de orientación y acción frente a ciertas situaciones de complejo abordaje" (Luengo, 2012).

En lo que corresponde al enfoque educativo, vale mencionar con apoyo de Jantsch que la innovación formativa tendría que estar orientada a atender necesidades sociales desde un enfoque transdisciplinar, al respecto, cabe destacar que una de las formas de las respuestas de las instituciones de educación superior en vía de atender la transdisciplina ha sido la creación de centros o estructuras especializadas como el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM.

En este contexto, las IES y los académicos tienen el compromiso de actuar conforme a enfoques dinámicos y creativos para verdaderamente aportar elementos de valor a la formación integral de las nuevas generaciones de profesionales, conscientes de la diversificación y flexibilidad del conocimiento.

Las humanidades, las artes y las ciencias sociales se complementan a través de las matemáticas o de la física, mientras en otros casos las ciencias exactas y aplicadas como la ingeniería se enriquecen con aplicaciones, técnicas y metodologías de las ciencias sociales.

Si se piensa en términos de complementariedad será más factible incidir con éxito en la formación profesional. Las ciencias sociales y económicas ya se auxilian de las teorías generales de sistemas, de redes, de juegos, de la información, del caos, cuyos fundamentos eminentemente radican en las matemáticas.

En contraparte, existe un número creciente y significativo de casos en los que las ciencias denominadas "duras" se complementan con aplicaciones, técnicas y metodologías derivadas o asociadas con las humanidades y las ciencias sociales, lo cual contribuye a percibir los fenómenos desde un punto de vista holístico.

Por ende, es posible analizar la realidad desde puntos de vista significativos y, en este caso, es viable incorporar a la filosofía, la psicología y distintas vertientes del análisis sociológico, organizacional o

institucional de mucha utilidad para, por ejemplo, los ingenieros que realizan actividades de planeación e ingeniería industrial.

EL PAPEL DE LA PEDAGOGÍA

Al hacer referencia a la transdisciplina es preciso articular acciones desde la pedagogía para abrir nuevos canales de diálogo entre ciencias y, de manera más dirigida, promover nuevos modelos de trabajo entre los futuros profesionales con objeto de superar la visión parcelaria del conocimiento.

Cada día es más necesario que el aprendizaje dentro de las instituciones de educación superior se centre en cuatro vertientes, en términos de aprender a conocer, a partir de captar una cultura general que establezca simbiosis con otros saberes; aprender a hacer, mediante el desarrollo de habilidades intangibles como trabajo en equipo; aprender a convivir, al respetar las diferentes culturas, y aprender a ser, procurando un desarrollo emocional y espiritual.

El papel de las IES consiste en promover la renovación pedagógica de la enseñanza. En esta línea de pensamiento el docente está llamado a ser educador y mediador para desencadenar un proceso de cambio de actitudes y aprendizaje activo.

En el nuevo contexto en el que los saberes se tornan obsoletos en poco tiempo, el paradigma educativo ya no le apuesta más a la memorización de los saberes. El asunto no es cómo transmitir mejor el conocimiento actual, sino enseñar a buscar lo que todavía no se conoce, y a evaluar sobre realidades futuras, de saberes y problemas desconocidos en contextos de incertidumbre.

En los últimos años se ha visto la caída de las fronteras y de los muros que delimitaban celosamente las disciplinas y de las estructuras que las contenían y acotaban en la búsqueda de nuevos escenarios de comprensión.

Ya desde hace algunos años se aprecia el cambio en los paradigmas de la enseñanza, al menos como formulación teórica.

El siguiente cuadro fue presentado en el IV Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas de la Academia de Ingeniería, por el maestro Rubén Téllez-Sánchez y, hasta el momento, conserva su vigencia y su claridad conceptual para ilustrar los paradigmas de la enseñanza que es necesario retomar (Academia de Ingeniería México, 2002, 6-64):

Tópico	Paradigma tradicional	Nuevo paradigma
Conocimiento	Profesores a estudiantes	Construido conjuntamente
Estudiantes	Pasivos, receptores del conocimiento	Constructores, activos, descubridores
Propósitos	Clasificar y ordenar a los estudiantes	Desarrollar las competencias y talentos de los estudiantes
Relaciones	Impersonal	Mayor interacción
Contexto	Competitividad individual	Aprendizaje cooperativo y equipos de profesores
Supuestos	Cualquier experto enseña	La enseñanza es compleja y requiere entrenamiento

Se dice que Heberto Castillo, ilustre ingeniero e impulsor de la democracia, en 1972 dijo: "debemos olvidar que la UNAM tiene dos alas: una humanista y otra técnica, porque así resulta ser un gallináceo y no vuela..." este pronunciamiento, más allá de su exactitud, ilustra el acercamiento necesario entre escuelas, corrientes y disciplinas (Flores, 2006, p.3).

Es necesario superar la mentalidad parcelada o fragmentada y reduccionista, donde los partidarios del especialismo, acostumbrados al estudio de un estrecho sector de la realidad, piensan que todo lo que les es ajeno no tiene relevancia. Un especialista así deformado llega a pensar, por ejemplo, que las ciencias exactas son las únicas que usan el método científico y para ellos las humanidades son sólo apreciaciones empíricas y subjetivas.

APRENDIZAJE CONTEXTUALIZADO

La aplicación práctica del conocimiento a través de la problematización o el desarrollo de proyectos es uno de los mecanismos para afianzar la cultura de la transdisciplina, sobre todo al asumir que muchos temas son complejos y, por ende, requieren abordarse desde nuevas visiones, enfoques de pensamiento y estrategias de re significación.

Entre las metodologías didácticas que se mencionan para detonar este tipo aprendizaje se encuentran:

- La exposición problemática
- Las conversaciones heurísticas
- El método investigativo (Botina y González, 2016)

El propósito de retomar esta referencia es subrayar las variadas posibilidades que pudieran enriquecer la experiencia educativa y aportar valor agregado a la formación integral de los nuevos cuadros de profesionales.

TENDENCIAS EDUCATIVAS: EL CASO DE LAS INGENIERÍAS

En el contexto de la acreditación nacional e internacional es preciso resaltar que hoy en día se acentúa la necesidad de una educación que favorezca nuevas competencias en los estudiantes, para ilustrarlo es oportuno reiterar que el *Marco de referencia 2018* del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de las Ingenierías (CACEI) considera ocho atributos de egreso basados en las ciencias de la ingeniería y la ingeniería aplicada, por supuesto, pero también orientados a la comunicación, la ética, la actualización continua, la aplicación pertinente del conocimiento, el trabajo en equipo, la administración de proyectos e incluye la virtud de valorar los impactos de su actividad en los contextos global, económico, ambiental y social. Es decir, se rompe con las inercias que muchas veces colocaban falsamente al ingeniero en una postura de soberbia intelectual, al desdeñar a otras profesiones.

En el caso de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, merece la pena mencionar que prevalecen casos de éxito en los que es evidente la intención de desarrollar proyectos que concitan la participación de otros campos del conocimiento.

Para ilustrar esto basta mencionar los proyectos globales que desde hace años se realizan con estudiantes de Diseño Industrial y las Universidades de California en Berkeley, Stanford y del Sur de California, las tres en California, Estados Unidos.

Al propio tiempo son loables los esfuerzos de un grupo que apoya a los sectores más vulnerables del país con un enfoque integrador que concita el trabajo de muchas carreras de la Universidad, situación que les ha llevado a recibir el premio *Gustavo Baz* en varias ocasiones principalmente a integrantes del Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad (GSSADS), caracterizado por un enfoque que busca llegar a la transdisciplina (Contreras, 2019).

EN LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS PARADIGMAS DEL CONOCIMIENTO

Frente a estas circunstancias, es importante pensar en la transdisciplinariedad y en el esfuerzo intelectual para comprender la realidad a través de modelos que tomen en cuenta el contexto.

De este modo la disciplinariedad significa distinción, la interdisciplinariedad conduce al concepto de conjunción y la transdisciplinariedad adquiere el sentido de implicación, precisamente y, por ello, permite una mirada que puede comprender las riquezas del diálogo multinivel y horizontal.

Históricamente es posible ubicar a la transdisciplinariedad en tres momentos, el primero de ellos referido al diálogo entre distintos saberes y estructuras sistémicas del conocimiento.; el segundo a Investigaciones transdisciplinarias del tipo orientado-aplicado, mientras el tercero tiene que ver con Investigación orientada más allá de lo disciplinario en campos donde el desarrollo social, técnico y económico interactúan con los componentes de valores y cultura.

De ello se desprenden importantes conclusiones como la necesidad de abordajes que trasciendan los campos de saber clásicos; la ampliación de la convocatoria en la mesa de diálogo del conocimiento, así como la reflexión que surge respecto a los modos y destinos del conocimiento.

Se insiste en el papel de las IES, de cara a la nueva realidad, es formar individuos creativos que no caigan en reduccionismos que los lleven a la unidimensionalidad, consistente en una visión cultural unilateral y una actuación políticamente neutralizada. La responsabilidad de los profesores radica en concientizar a los especialistas que se forman en las universidades y mostrarles un nuevo camino.

Ante esto es necesario retomar a Edgar Morin en insistir en que es necesario cambiar la estructura del sistema de educación, porque el desarrollo, tal como lo concebimos, trae una concepción de la especialización de cada persona y cada persona especializada se encuentra en su rincón particular y olvida la responsabilidad de la solidaridad con el todo (Carmona, 2004).

Brindar una formación integral es tan necesaria para los científicos, los ingenieros y los humanistas quienes tampoco son ajenos a las deformaciones del entrenamiento especializado que los sustrae de la complejidad del mundo. He ahí las convergencias y divergencias de esta visión.

En resumen, desde la pedagogía, es muy necesario promover las necesarias transformaciones tanto en la formación de sus estudiantes, como en la producción del conocimiento y en la relación con la sociedad de la que forma parte.

Es útil preguntarnos, de vez en cuando ¿Para qué nos sirve el conocimiento?. El propósito de esta reflexión es despertar el interés por parte de los implicados en temas relacionados a la educación superior a fin de abordar estos tópicos desde un punto de vista crítico pero, a la par constructivo.

Es reconocido que los profesores son los primeros agentes del cambio que pueden incidir en generar un acercamiento entre las disciplinas por ello es necesario considerar la incorporación de estos temas en los planes de desarrollo de las universidades y a la agenda de los organismos decisores.

Es necesario recordar que la interacción con otras disciplinas abre caminos, a veces insospechados, para los participantes y vencer las resistencias implica un cambio de mentalidad y corresponde a los formadores marcar el camino a los estudiantes.

INCORPORACIÓN DE LA TRANSDISCIPLINA A LOS PROYECTOS DE INGENIERÍA

En especial los proyectos de ingeniería representan un campo fecundo para la transdisciplina debido a los alcances e impactos que pueden llegar a tener a partir del entendimiento que los ingenieros han

sido protagonistas de los principales cambios de la humanidad hasta llegar a la actualidad en cuya circunstancia están convocados a atender los grandes temas de nuestro tiempo relacionados con la telemedicina, Internet de las cosas, robótica, nanotecnologías, inteligencia artificial y desde luego la atención a satisfactores como agua, energía, vivienda, transporte y seguridad.

En ese sentido la transdisciplina es un marco integrador de diferentes tipos de conocimiento, prácticas, valores e intereses, incluidos aquellos saberes no académicos ni disciplinarios provenientes de distintos sectores de la sociedad, en esa medida favorece una comprensión compleja y relevante del proyecto, da pie a la formación de redes de trabajo académico y aumenta la participación comunitaria y la acción política.

Metodológicamente se identifican dos ejes de acción para incorporar la transdisciplina a un proyecto de ingeniería a partir de:

- Analizar y confrontar desde una perspectiva colaborativa los modelos asociados en la fase de diseño del proyecto a fin de identificar singularidades y coincidencias, situación necesaria para la integración o enriquecimiento de modelos, la sistematización de información y la aplicación práctica de soluciones (Molina, 2016) y
- Diseñar talleres dirigidos a la solución a problemas con un enfoque sistémico, dado que la mayor parte de las disciplinas comparten esta perspectiva y admite diversas combinaciones. (Merçon et al., 2018). La virtud de este mecanismo de acción es que permite el análisis más allá de las fronteras disciplinarias y la búsqueda estrategias comunes de los participantes mediante la implicación activa.

A partir de ello se abre el camino para pasar de una solución disciplinaria e interdisciplinaria a un problema a brindar atención a una necesidad mediante el desarrollo de estructuras de pensamiento y de acción tecno-ética.

Uno de sus ámbitos naturales de aplicación son por ejemplo los objetivos del desarrollo sustentable de la ONU, proyectos gubernamentales integradores de forma gobierno y en las instituciones de educación global y regional como sucede con la sustentabilidad.

INTEGRACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DEL APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO, TAC

Uno de los medios que posibilitan el encuentro entre abogados, politólogos, filósofos, pedagogos, matemáticos, diseñadores, físicos e ingenieros, entre otros, son las denominadas tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC), sobre todo ahora que forman parte del Plan de desarrollo institucional de la UNAM. En congruencia con ello, es valioso integrar las nuevas tecnologías, metodologías y modelos en fortalecimiento de la transdisciplina.

En años recientes mucho se destaca la importancia de formar a los estudiantes para enfrentar los crecientes problemas en la complejidad a través de las tecnologías de la información y la comunicación. Así, en un foro, el Dr. Luis Equihua Zamora, de la Facultad de Arquitectura enfatizó la necesidad de "*crear ambientes de polinización cultural*" mediante la impartición de una asignatura en todas las carreras de la Universidad orientada a la realización de proyectos que favorezcan la interacción de los estudiantes de humanidades, ciencias y tecnología (Lugo et al., 2017).

Conforme a estos antecedentes es viable unir estas perspectivas para proponer el abordaje de las disciplinas ambientales, en licenciatura y posgrado, desde un enfoque transdisciplinar apoyado en el uso de las TAC, en consideración a sus virtudes de optimización del tiempo, eliminación de las barreras espaciales, interacción y construcción distributiva del conocimiento.

Un mecanismo de esta naturaleza será posible aprovechar las comunicaciones instantáneas, las plataformas educativas, los repositorios, "wikis" y los desarrollos hipermedia para trabajar en temas transversales como el ambiente a fin de enriquecer el abordaje y ampliar las posibilidades de solución.

En este caso, el reto consiste en construir ecosistemas virtuales que favorezcan que los estudiantes consigan durante su formación interconectar todos los componentes del aprendizaje y superar las experiencias de aprendizaje lineales o cerradas.

La metáfora de los ecosistemas ofrece la capacidad de reconocer una red compleja de interrelaciones independientes entre los componentes que conforman su arquitectura.

Dichos ecosistemas requieren estar provistos de estructuras flexibles y adaptativas que les permitan la evolución de sus componentes y sus interconexiones de manera que superen el reinado monolítico de las plataformas de aprendizaje que, en realidad, son un componente más dentro el ecosistema educativo (García-Peñalvo, 2016. P.3). Lo valioso, desde esta perspectiva sería conformar asignaturas o seminarios piloto que retomen lo transdisciplinar en torno a los temas ambientales, por ejemplo.

CONCLUSIONES

Para abonar en la dirección antes planteada es menester tener en cuenta que:

- La diferenciación en el desarrollo de las disciplinas, junto con la evolución de la multi, inter y transdisciplinariedad es complementaria y favorece la evolución del conocimiento.
- Es preciso retomar institucionalmente las iniciativas de intercambio y comunicación entre académicos que han generado ideas para fomentar el diálogo y trabajo en redes.
- Así como Morin propone crear universidades piloto (Luengo, 2012, p.37), es posible ser menos ambiciosos y crear programas, asignaturas transversales piloto para avanzar en este tema, o aún fortalecer iniciativas de trabajo en equipo de estudiantes y académicos.
- Impulsar, en otro caso, proyectos piloto que articulen la transdisciplina mediante el uso de las TAC. Por ejemplo, al aprovechar iniciativas como la del C3 en la UNAM para formar seminarios con estudiantes de licenciatura o posgrado para el abordaje de temáticas transversales que favorezca el diálogo entre campos de estudio, aprovechando las potencialidades de las plataformas tecnológicas y de los enfoques pedagógicos que potencian su impacto.
- En el tema organizativo es preciso pensar en esquemas que favorezcan la cultura transdisciplinar, sin dejar de vislumbrar las implicaciones de un eventual giro estructural y en sus consecuencias.
- Aplicar el conocimiento contextualizado mediante el análisis de temas transversales que formen a los estudiantes para el abordaje y resignificación de la complejidad.
- En docencia es sustantivo trabajar en la formación de formadores que permita conformar equipos con representantes de distintos campos del saber, en un esfuerzo de adaptación y contextualización.
- Profundizar en la elaboración de un modelo integrador tendiente a fortalecer experiencias transdisciplinarias.

NOMENCLATURA

Siglas	Significado
C3	Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM, México
CACEI	Consejo de Acreditación de la Enseñanza de las Ingenierías, México
GSSADS	Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad, México
IES	Instituciones de Educación Superior e Investigación, México

Siglas	Significado
TAC	Tecnologías del aprendizaje y el conocimiento, México
UNAM	Universidad Nacional autónoma de México
Wiki	Sistema de trabajo colaborativo propuesto por Ward Cunningham que mediante Internet que permite a los usuarios modificar o desarrollar contenido en línea de forma rápida, procede del hawaiano <i>wiki wiki</i> , que significa "rápido"

BIBLIOGRAFÍA

- Academia de Ingeniería México. 2002. IV Seminario Internacional de Ingeniería de Sistemas de la Academia de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, UNAM. Ciudad de México, México.
- Botina, O., González J. 2016. *La enseñanza problemática mediada por las TIC para la integración de las disciplinas del área de Ciencias Naturales, en la institución liceo de la Universidad de Nariño*. Recuperado de: <http://acceso.virtualeduca.red/documentos/ponencias/puerto-rico/1123-d19b.pdf>
- Carmona, M. 2004. *Transdisciplinariedad: Una propuesta para la Educación Superior en Venezuela*. Revista de Pedagogía. 25(73). Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-97922004000200007&script=sci_arttext
- Contreras, J. (27 de marzo de 2019). Servicio Social: Labor que retribuye. *Portal de Comunicación de la FI*. Recuperado de: https://www.comunicacionfi.unam.mx/mostrar_noticia.php?id_noticia=1800
- Flores, D. (4 de julio de 2006). *La ética del control, una opción transdisciplinar en ingeniería de sistemas*. 1^{er} congreso internacional de innovación educativa, Distrito Federal, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10101503>
- García-Peñalvo, F. 2016. En clave de innovación educativa. *Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje*. I Congreso Internacional de Tendencias en Innovación Educativa, CITIE 2016, Arequipa, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/688>
- Luengo, E. 2012. *La transdisciplina y sus desafíos a la Universidad. En Interdisciplina y transdisciplina: aportes desde la investigación y la intervención social universitaria*. Complexus, 1-45. Recuperado de: <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/632/Transdisciplina%20y%20sus%20desaf%C3%ADos%20%28final%20revisado%201%20agosto%202012%29.pdf?sequence=4>
- Lugo, G., Romero, L., Frías, L. 2017. *La hora de las TIC*. Gaceta UNAM, 4,890. Recuperado de: <http://www.gaceta.unam.mx/20170731/hora-de-las-tic/>
- Merçon, J., Rosell J.A, Ayala-Orozco, B., Bueno, I., Lobato, A., Alatorre-Frenk, G. 2018. Colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad en México: principales retos y estrategias. En Experiencias de colaboración transdisciplinaria para la sustentabilidad. J. Merçon, J. Rosell, B. Ayala-Orozco, eds. Pp. 17-48. CopIt-arXives y Red Temática de Socioecosistemas y Sustentabilidad, Conacyt. 2018. Serie Construyendo lo Común, número 1. ISBN 978-1-938128-16-5 ebook. Ciudad de México. Recuperado de: http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/copit/SC0007ES/SC0007ES_noportada.pdf
- Molina, S. 2016. *Metodología del proyecto transdisciplinario "Las formas del cambio"*. En V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales, 16 al 18 de noviembre de 2016. Recuperado de: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8514/ev.8514.pdf

Bibliografía consultada pero no citada en el texto

- Carrizo, L. 2019. *Producción del conocimiento y ciudadanía: retos y desafíos de la universidad transdisciplinaria*. Recuperado de: http://ldc.usb.ve/~abianc/decanato/Dialogo_Global.pdf
- Pedroza, R., Argüello, F. 2002. *Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en los modelos de enseñanza de la cuestión ambiental*. Cinta de Moebio. 15:286-299. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10101503>

Equidulzura de las hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni con respecto de la sacarosa: Seres humanos *versus* animales modelo, ratas Wistar recién destetadas ¿Jueces equivalentes?

Iso-sweetness of the leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni with respect to sucrose: Humans versus model animals, newly weaned Wistar rats: Equivalent judges?

Samuel Mendoza Pérez*, Rolando Salvador García-Gómez, María del Carmen Durán Domínguez-de-Bazúa

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Química, FQ, Departamento de Ingeniería Química, DIQ, Laboratorios 301, 302 y 303 de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental, LIQAYQA, Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, México. Tel. (+52-55) 5622-5300 al 04, Fax (+52-55) 5622-5300, correo-e (*e-mail*): iamzamu@hotmai.com

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

Para realizar pruebas de inocuidad empleando animales modelo es importante definir las variables de estudio. En el caso de comparar los efectos de un edulcorante generalmente se usan como controles los edulcorantes naturales y, especialmente, la sacarosa. Un edulcorante que se ha popularizado en los últimos años es una hoja dulce cuyo nombre científico es *Stevia rebaudiana* Bertoni. Se han iniciado en los últimos años estudios sobre su inocuidad usada de manera integral, ya que la extracción de los componentes químicos que brindan dulzura, los convierten en aditivos químicos y no en edulcorantes naturales. Para realizar estas pruebas una pauta importante es que los animales modelo ingieran este tipo de edulcorante brindándole la misma dulzura que el usado como control. Por ello, el objetivo de esta investigación fue comparar la dulzura de infusiones de hojas secas de *Stevia rebaudiana* Bertoni y compararla con soluciones de azúcar empleando jueces no entrenados entre 20 y 45 años de edad de ambos géneros y con esa concentración realizar un experimento con ratas Wistar recién destetadas machos y hembras hasta alcanzar una edad equivalente a la de los jueces usando la concentración definida por ellos. Los resultados obtenidos indican que no hubo equidulzura entre el gusto de los jueces no entrenados y los animales modelo en estudio en términos del volumen de bebida ingerido de soluciones de sacarosa al 10% e infusiones de *Stevia rebaudiana* Bertoni al 0.94%. Por tanto, es necesario seguir estudiando la forma de evaluar la equidulzura percibida por los seres humanos y los animales modelo.

Palabras clave: Equidulzura, *Stevia rebaudiana* Bertoni, sacarosa, jueces no entrenados, ratas Wistar recién destetadas

Abstract

*In order to carry out safety tests using model animals, it is important to define the study variables. When comparing the effects of a sweetener, natural sweeteners and, especially, sucrose is generally used as control. A sweetener that has become popular in recent years is a sweet leaf whose scientific name is *Stevia rebaudiana* Bertoni. In recent years, studies have been started on its safety used in an integral way, since the extraction of the chemical components that provide sweetness, turn them into chemical additives and not natural sweeteners. To carry out these tests, an important guideline is that model animals ingest this type of sweetener giving it the same sweetness as that used as a control. Therefore, the objective of this research was to compare the sweetness of dry leaf infusions of *Stevia rebaudiana* Bertoni and compare it with sugar solutions using untrained judges between 20 and 45 years of age of both genders and with that concentration carry out an experiment with weaned Wistar rats, males and females, until reaching an age equivalent to that of the judges using the concentration defined by them. The results obtained indicate that there was no iso-sweetness between the taste of the untrained judges and the model animals under study in terms of the volume of drink ingested, using 10% sucrose solutions and infusions of *Stevia rebaudiana* Bertoni at 0.94%. Therefore, further studies are needed to assess the iso-sweetness perceived by humans and model animals.*

Keywords: *Iso-sweetness, Stevia rebaudiana Bertoni, sucrose, untrained judges, weaned Wistar rats*

INTRODUCCIÓN

La estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) o *ka'a he'ẽ* del guaraní *ka'a* (hierba) y *he'ẽ* (dulce) es un edulcorante natural que, en los últimos años, ha adquirido relevancia por ser de origen natural como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) o la remolacha (*Beta vulgaris*). El nombre de **Stevia** le fue otorgado en honor del botánico y médico español Pedro Jaime Esteve, por su nombre como él lo ponía en sus escritos en latín *Petro Jacobo Steve* (Baguena-Cervellera, 2019, en Wikipedia), quien caracterizó la planta en el siglo XVI al serle llevada de América a Valencia, por lo que debería escribirse estevia en español. En este documento se usará la palabra estevia de manera genérica o *Stevia rebaudiana* Bertoni con su nombre científico. Presenta dos glucósidos diterpenoides mayoritariamente: el esteviósido y el rebaudiósido A. Entre las principales propiedades de éstos se encuentran su alta solubilidad en agua, elevado sabor dulce, escaso aporte calórico y estabilidad en condiciones ácidas (Lorenzo *et al.*, 2014). Dado que puede haber variaciones en su proporción siendo la planta un ser vivo, es necesario conocer la concentración de dichos glucósidos presentes en una infusión problema con las hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni. Todos los glucósidos de esteviol comparten el mismo núcleo molecular pero lo que hace la diferencia es la cantidad y la disposición de las moléculas de glucosa adheridas al núcleo de esteviol (Kohen, 2008). Otros glucósidos de diterpeno se encuentran presentes en bajas concentraciones, el: esteviolbiósido, rebaudiósido B, C, D, F, dulcósido A y rubusósido. Esto indica que el producto industrial extraído de la estevia es en realidad una combinación de varios glucósidos, cuyas cantidades varían en función a las variedades, de los climas y los terrenos (Totté *et al.*, 2000). En una investigación anterior se estableció la mejor metodología para preparar infusiones de stevia empleando solamente agua caliente con contenidos aceptables de los principales componentes dulces presentes en *S. rebaudiana* Bertoni, que son el esteviósido y el rebaudiósido A (Martínez-Calleja, 2017, Martínez-Calleja *et al.*, 2019). Según la revisión bibliográfica de los autores Salvador-Reyes *et al.* (2014) y Samuel *et al.* (2018), al ser cada uno de ellos más dulce que el azúcar convencional y tener la ventaja de que no son metabolizados por el cuerpo humano, pueden ser consumidos por individuos con diabetes, teniendo un amplio campo de aplicación.

En la segunda revisión (Samuel *et al.*, 2018) se presenta una bibliografía muy completa sobre el sabor como tal y en especial relacionado con la estevia (Bachmanov *et al.*, 2014; Keast y Breslin, 2003; Hellfritsch *et al.*, 2012; Renwick y Molinary, 2010; Masuda *et al.*, 2012; Mayank, 2015).

Es importante resaltar que, actualmente, de acuerdo con la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (*US FDA, por sus siglas en inglés*) "no se permite el uso de las hojas de estevia o los extractos crudos ya que las sustancias que contiene, además de las que sí han sido oficialmente aceptadas por esta agencia estadounidense para el consumo de seres humanos, esteviósidos y rebaudiósidos, no han sido aprobadas como aditivos alimentarios ni que deban ser consideradas como seguras (*GRAS, generally recognized as safe*) debido a diversos reportes encontrados en la literatura (FDA, 2015a; USFDA, 2016, 2017). Entre esos efectos reportados destacan alteraciones de los niveles de glucosa en sangre y efectos en los sistemas reproductor, cardiovascular y renal (Chen *et al.*, 2005; Melis, 1992, 1995, 1996, 1999a, 1999b; Melis *et al.*, 2009; Oliveira-Filho *et al.*, 1989; Planas y Kuč, 1968). Las peticiones que la *FDA* "ha recibido en el pasado no han contenido los datos y la información necesaria para establecer el uso seguro de estas sustancias como ingredientes en los alimentos" (FDA, 2015b).

La *EFSA, European Food Safety Authority* (Autoridad Europea para Seguridad Alimentaria), así como la *JECFA, Joint Expert Committee on Food Additives* (Comité Mixto de Expertos en Aditivos Alimentarios en español) determinaron la ingesta diaria admisible para esteviol, con un valor de 4 mg/kg de masa corporal/día (Carakostas *et al.*, 2008; EFSA, 2010, 2014; JECFA, 2005).

Yendo al tema de esta investigación, Fidler Mis y colaboradores (2017) toman la definición de dulzura "como la respuesta gustativa evocada por sustancias dulces. El inicio de la respuesta del gusto involucra la interacción de una molécula estimulante con un receptor localizado en la membrana plasmática de la célula gustativa. La dulzura se define siempre con respecto a la sacarosa, a la que se le da un valor de 1.00 (o 100%). La dulzura relativa de los endulzantes naturales difiere. La fructosa es más dulce (dulzura relativa: 1.17), seguida de la sacarosa (1.00), la glucosa (0.74), la maltosa (0.33), la galactosa (0.32) y la lactosa (0.16)" (Joesten et al., 2007).

En el caso de las hojas de *Stevia rebaudiana* no se encontró en la búsqueda bibliográfica un valor teórico de su poder edulcorante comparándolo en equidulzura, señalándose solamente un valor global de entre 150 a 300 veces más con respecto de la sacarosa (Salvador-Reyes et al., 2014; Samuel et al., 2018). En estas dos revisiones bibliográficas se mencionan muchos artículos relacionados con el tema, como ya se mencionó (Bachmanov et al., 2014; Keast y Breslin, 2003; Hellfritsch et al., 2012; Masuda et al., 2012; Mayank, 2015) pero, finalmente, lo importante es la parte real con jueces -seres humanos- y animales modelo, que son quienes ingieren las infusiones de *Stevia rebaudiana* Bertoni para evaluar su bondad ya que, éticamente, es mejor usar modelos animales que seres humanos. Por ello, el objetivo de esta fase de la investigación fue evaluar la equidulzura de infusiones de *Stevia rebaudiana* Bertoni en agua potable de manera experimental empleando jueces humanos no entrenados y comparando el resultado con el comportamiento de ratas de la estirpe Wistar recién destetadas hasta alcanzar la edad de los jueces humanos en función de su ingestión con respecto a la de azúcar (soluciones de sacarosa), como control.

METODOLOGÍA

Pruebas de equidulzura con jueces humanos no entrenados

Se llevó a cabo una evaluación sensorial empleando 20 jueces no entrenados con edades entre 20 y 45 años, de ambos géneros (10 hombres, 10 mujeres) (Mendoza-Pérez, 2017).

La evaluación sensorial consistió en una prueba de decisión forzada donde se debía determinar en 6 pares distintos de soluciones, cuál de ellas presentaba el mayor dulzor. Cada par estaba compuesto de una solución de sacarosa al 10% y otra de una infusión de hojas de *Stevia rebaudiana* a distintas concentraciones en cada par (0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 y 1%). De cada par el juez debió determinar cuál presentaba el mayor dulzor. Se compararon dos métodos, el método gráfico de Larson-Powers y Pangborn (1978) y el de la ecuación de Cameron (1947).

Pruebas con animales modelo

Dado que los experimentos con animales modelo son extraordinariamente costosos, es importante establecer un experimento general del cual puedan obtenerse datos con diferentes propósitos que redunden justamente en obtener información pertinente para garantizar que el consumo de las sustancias que se investiguen sea inocuo para las personas usando de manera más eficiente los recursos financieros, humanos y logísticos que representan las pruebas con seres vivos. Este experimento formó parte del proyecto general que tenía como objetivo investigar el efecto de diferentes edulcorantes en la ganancia de masa corporal y de algunos parámetros bioquímicos importantes para la salud considerando como sustancias de estudio, a los edulcorantes naturales (sacarosa y sus dos derivados obtenidos por hidrólisis de su molécula: glucosa y fructosa y *Stevia rebaudiana* Bertoni) y a los edulcorantes artificiales actualmente más consumidos (acesulfame de potasio, aspartame, mezcla de aspartame con acesulfame, sacarina y sucralosa). Los datos obtenidos, a nivel global y, particularmente los de *Stevia rebaudiana* Bertoni, se encuentran en evaluación para su publicación (Mendoza-Pérez et al., 2020a,b). En ellos se emplearon ratas macho y hembra de la estirpe Wistar recién destetadas, ya que se consideraba importante conocer el efecto de su ingestión desde la infancia hasta la juventud (Sengupta, 2013), por lo que el experimento tuvo una duración de 120 días (Mendoza-Pérez, 2017). De esta información experimental se tomaron los datos correspondientes a los grupos de ratas macho y hembra de ratas Wistar, recién destetadas, que

ingirieron la infusión de *Stevia rebaudiana* Bertoni que demostró con los jueces humanos no entrenados tener la equidulzura de la sacarosa y los grupos que ingirieron agua potable endulzada con sacarosa, teniendo dos grupos blanco, uno de ratas macho y otro de ratas hembra bebiendo agua sin endulzar. Todos los grupos tenían 8 ejemplares colocados de manera **individual**, de acuerdo con lo señalado por el Comité Institucional para el Cuidado de los Animales de Laboratorio, CICUAL, de la Facultad de Química de la UNAM para realizar este experimento (Mendoza-Pérez, 2017; Mendoza-Pérez et al., 2019). Se evaluó el volumen ingerido *ad libitum*, tanto de la infusión como de la solución de sacarosa diariamente. Por ello, como también se evaluó la cantidad de alimento que consumieron se calculó la cantidad de energía que ingerían diariamente, de acuerdo con lo establecido por la empresa que proveía tanto el alimento como los animales modelo (Envigo, 2016). La conceptualización del experimento completo y las metodologías seguidas para la obtención de los datos experimentales se encuentran en la literatura (Mendoza-Pérez, 2017).

Preparación de las infusiones de *Stevia rebaudiana* Bertoni

Las infusiones se prepararon siguiendo la metodología estandarizada por Martínez-Calleja (2017) a partir de la propuesta por Chhaya et al. (2012) y se emplearon los mismos lotes de hojas provenientes de Veracruz, México (Figura A).



Figura A. *Stevia rebaudiana* Bertoni

(https://en.wikipedia.org/wiki/Stevia_rebaudiana)

Las hojas fueron almacenadas en bolsas de papel y se guardaron en cajas acondicionadas a temperatura ambiente. Se pulverizaron y tamizaron a malla 80 (177 μm). La mejor opción para extraer la mayor cantidad de rebaudiósidos y esteviósidos fue el mezclado del polvo de hojas secas de stevia con agua destilada manteniendo una proporción de hojas secas de *Stevia rebaudiana* Bertoni - agua de 1:14 m/v en un baño de agua a $78 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 56 minutos con una cantidad extraída de rebaudiósido A aproximadamente 5 veces mayor a la del esteviósido: 287.9 y 59.0 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente (Martínez-Calleja, 2017).

Análisis estadísticos

Se hicieron análisis estadísticos de los datos experimentales con objeto de corroborar si hubo significancia en sus diferencias ($p < 0.05$) empleando los paquetes Statgraphics Centurion XVI (StatPoint Technologies, Inc., Warrenton, Virginia, EE. UU.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Equidulzura para jueces humanos

La Tabla 1 contiene los resultados promedio de la prueba de equidulzura empleando jueces humanos no entrenados.

Con los datos de la Tabla 1 se construyó un gráfico (Figura 1) relacionando el % de jueces que percibe más dulce la infusión de hojas de *Stevia rebaudiana* y se realizó una regresión lineal.

Tabla 1. Resumen de datos de prueba de equidulzura

Concentración % stevia (m/v)	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	Par 1	Par 2	Par 3	Par 4	Par 5	Par 6
Total S	18	16	15	14	15	10
Total V	2	4	5	6	8	10
%S	90	80	75	70	60	50
%V	10	20	25	30	40	50

La S indica que el juez percibió como más dulce la solución de sacarosa al 10% y la V que percibió más dulce la infusión de *Stevia rebaudiana*

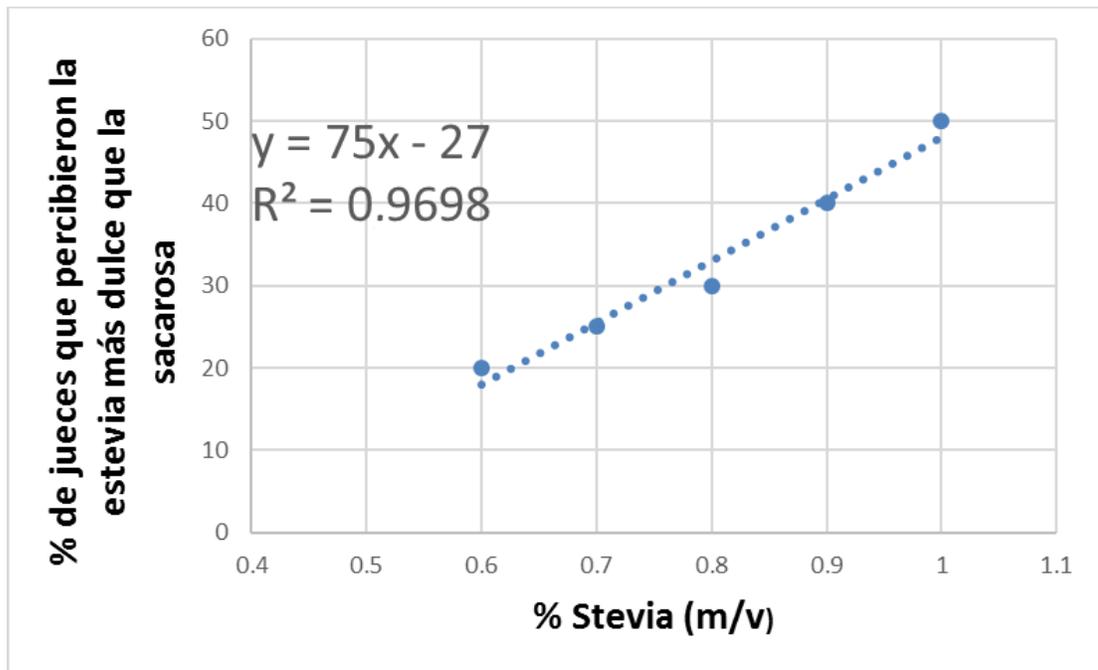


Figura 1. Método gráfico de Larson-Powers y Pangborn (1978) para el cálculo de equidulzura de un edulcorante dado

De la Figura 1 se obtuvo la ecuación de la recta $y = 75x - 27$ y se determinó el punto de equidulzura de acuerdo con el método gráfico de Larson-Powers y Pangborn (1978). Este método interpola la concentración del edulcorante de prueba que tenga un 50% de los jueces que indiquen que es más dulce que la solución de referencia:

$$X = \frac{Y + 27}{75}$$

$$X = \frac{50 + 27}{75}$$

dando una equidulzura = 1.03%.

Posteriormente se procedió a realizar el cálculo aplicando la ecuación de Cameron (1947):

$$z = \frac{(\sum \% \text{ respuesta del edulcorante})(\Delta \text{ concentración de edulcorante})}{\sum \% n}$$

$$z = \frac{(10 + 20 + 25 + 30 + 40 + 50)(1 - 0.4)}{600} = 0.1167$$

Equidulzura = [mayor concentración del edulcorante] - z

$$\text{Equidulzura} = 1\% - 0.1167 = 0.8833\%$$

Finalmente, se obtuvo el valor de equidulzura promedio entre el valor obtenido a través del gráfico y el valor obtenido mediante la ecuación de Cameron (1947):

$$\text{Equidulzura} = \frac{\text{Equidulzura de Larson} + \text{Equidulzura Cameron}}{2}$$

y, tomando un promedio de ambos valores, se usó éste:

$$\text{Equidulzura} = \frac{1.03\% + 0.8833\%}{2}$$

$$\text{Equidulzura} = 0.94\%$$

Equidulzura con animales modelo

De las pruebas experimentales de ingestión de las dos soluciones acuosas, de *Stevia rebaudiana* Bertoni y de sacarosa se obtuvieron los volúmenes que diariamente consumían los animales modelo (Figuras 2a,b, 3, Tablas 2a,b).

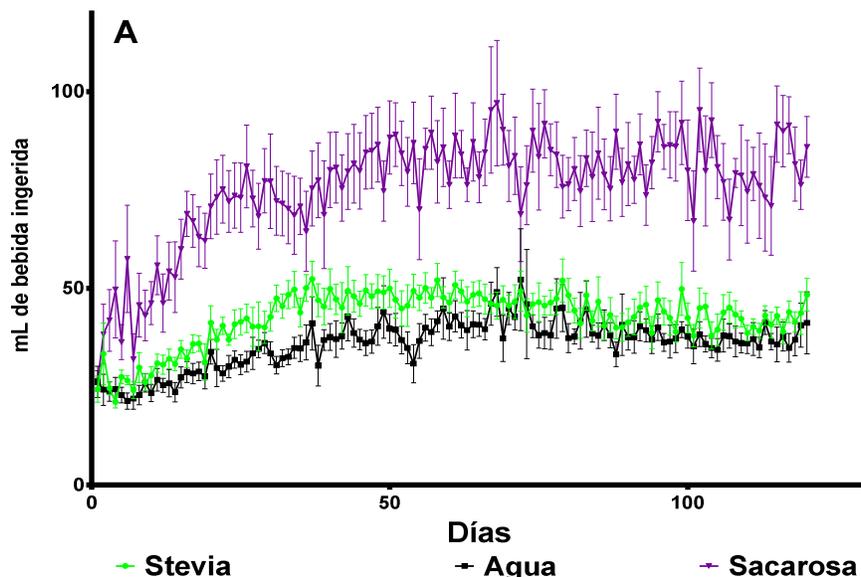


Figura 2a. Consumo de bebidas (mL) en un periodo de 120 días en función del género por tratamiento. A) Ratas macho. Cada línea representa la tendencia en el periodo evaluado donde cada punto comprende al promedio de bebida \pm DEM, n=8

Puede observarse que, definitivamente, el grupo de ratas Wistar desde el destete, día cero, hasta el día 120, tanto el grupo de los machos como el de las hembras diariamente consumió más agua endulzada con sacarosa que la infusión al 0.94% de *Stevia rebaudiana* Bertoni indicando que el gusto dulce no era equivalente para estos especímenes.

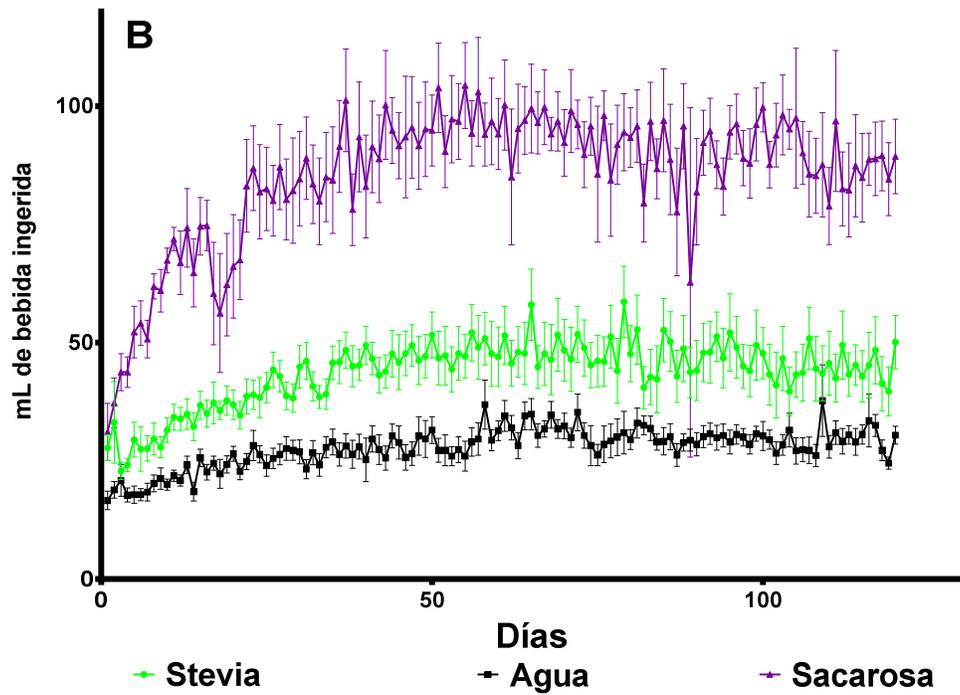


Figura 2b. Consumo de bebidas (mL) en un periodo de 120 días en función del género por tratamiento. B) Ratas hembra. Cada línea representa la tendencia en el periodo evaluado donde cada punto comprende al promedio de bebida \pm DEM, $n=8$

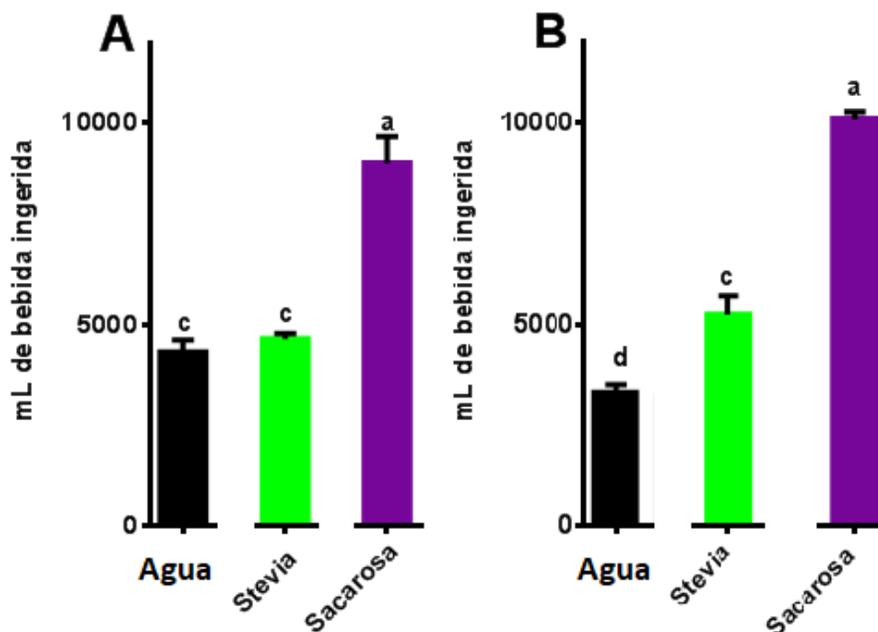


Figura 3. Bebida ingerida acumulada por las ratas Wistar durante 120 días por tratamiento. A) Machos. B) Hembras. Cada barra representa el promedio de la cantidad de bebida \pm DEM. $N=8$. Las siguientes letras indica diferencias significativas a $P<0.05$: a,b,c,d

Tabla 2. Compendio de los datos de volúmenes consumidos de solución acuosa ingerida por los animales modelo así como de alimento y la energía teórica suministrada por alimento y bebida (para los grupos ingiriendo agua e infusión se consideró que no aportaban energía) durante 120 días después del destete. Ejemplo, datos promedio de cada 10 días para los especímenes de los grupos en estudio

Días	Género	Grupo	Bebida (mL)	Alimento (g)	Energía (kJ)
10	Hembra	Control	20.0 ± 3.3	11.9 ± 1.3	154.7 ± 16.9
		Sacarosa	67.4 ± 7.4	8.3 ± 1.5	220.7 ± 31.9
		Estevia	31.5 ± 6.9	12.5 ± 1.1	162.5 ± 14.3
	Macho	Control	23.4 ± 6.1	13.0 ± 1.7	169 ± 22.1
		Sacarosa	46.2 ± 15.4	11.0 ± 0.8	220.4 ± 36.2
		Estevia	27.9 ± 6.2	13.8 ± 1.5	179.4 ± 19.5
20	Hembra	Control	26.5 ± 4.5	13.8 ± 1.9	179.4 ± 24.7
		Sacarosa	66.1 ± 11.3	8.3 ± 1.6	218.6 ± 39.7
		Estevia	36.9 ± 8.9	14.3 ± 1.7	185.9 ± 22.1
	Macho	Control	33.9 ± 8.2	18.4 ± 1.9	239.2 ± 24.7
		Sacarosa	70.9 ± 28.2	10.9 ± 1.6	260.4 ± 68.0
		Estevia	41.3 ± 12.3	18.9 ± 1.7	245.7 ± 22.1
30	Hembra	Control	26.8 ± 7.1	14.7 ± 2.4	191.1 ± 31.2
		Sacarosa	84.6 ± 28.1	8.1 ± 4.3	246.9 ± 102.9
		Estevia	44.8 ± 12.7	14.8 ± 2.4	192.4 ± 31.2
	Macho	Control	33.5 ± 8.2	21.3 ± 2.1	276.9 ± 27.3
		Sacarosa	77.3 ± 34.1	12.7 ± 2.0	294.5 ± 83.1
		Estevia	42.7 ± 10.3	21.4 ± 3.7	278.2 ± 48.1
40	Hembra	Control	25.3 ± 13.1	13.8 ± 2.3	179.4 ± 29.9
		Sacarosa	94.9 ± 22.8	7.4 ± 5.3	255.1 ± 107.8
		Estevia	51.6 ± 13.7	13.7 ± 1.7	178.1 ± 22.1
	Macho	Control	37.6 ± 9.7	20.6 ± 0.9	267.8 ± 11.7
		Sacarosa	80.1 ± 26.9	11.3 ± 1.6	281.0 ± 65.8
		Estevia	49.9 ± 19.4	21.5 ± 0.7	279.5 ± 9.1
50	Hembra	Control	28.3 ± 18.1	14.8 ± 2.2	192.4 ± 28.6
		Sacarosa	94.9 ± 12.8	7.8 ± 3.0	260.3 ± 60.4
		Estevia	56.6 ± 17.7	15.6 ± 1.8	202.8 ± 23.4
	Macho	Control	39.8 ± 10.4	21.5 ± 1.5	279.5 ± 19.5
		Sacarosa	88.4 ± 26.9	12.3 ± 3.2	307.9 ± 86.6
		Estevia	50.0 ± 13.7	22.3 ± 2.6	289.9 ± 33.8
60	Hembra	Control	31.4 ± 5.9	14.2 ± 2.3	184.6 ± 29.9
		Sacarosa	94.1 ± 18.2	6.1 ± 2.4	236.9 ± 61.7
		Estevia	47.0 ± 17.7	13.9 ± 1.3	180.7 ± 16.9
	Macho	Control	40.3 ± 9.8	21.2 ± 2.1	275.6 ± 27.3
		Sacarosa	76.4 ± 16.9	13.3 ± 2.5	300.8 ± 60.8
		Estevia	46.4 ± 6.6	21.7 ± 2.4	282.1 ± 31.2
70	Hembra	Control	32.4 ± 7.6	13.9 ± 1.6	180.7 ± 20.8
		Sacarosa	92.2 ± 21.3	6.1 ± 2.4	233.7 ± 66.9
		Estevia	48.4 ± 18.5	13.7 ± 1.6	178.1 ± 20.8
	Macho	Control	44.9 ± 11.5	21.9 ± 2.3	284.7 ± 29.9
		Sacarosa	81.1 ± 25.6	13.6 ± 2.2	312.6 ± 71.5
		Estevia	45.6 ± 7.7	21.1 ± 4.2	274.3 ± 54.6
80	Hembra	Control	29.5 ± 6.0	13.9 ± 2.1	180.7 ± 27.3
		Sacarosa	93.4 ± 16.4	4.8 ± 1.5	218.8 ± 46.9
		Estevia	47.6 ± 16.8	16.2 ± 4.8	210.6 ± 62.4

Días	Género	Grupo	Bebida (mL)	Alimento (g)	Energía (kJ)
80	Macho	Control	37.4 ± 10.5	22.4 ± 2.5	291.2 ± 32.5
		Sacarosa	76.5 ± 19.6	13.9 ± 4.0	308.8 ± 84.8
		Estevia	48.3 ± 12.2	21.7 ± 3.5	282.1 ± 45.5
90	Hembra	Control	28.5 ± 6.9	14.1 ± 1.7	183.3 ± 22.1
		Sacarosa	81.9 ± 34.3	7.8 ± 6.9	238.5 ± 147.1
		Estevia	44.1 ± 17.9	15.9 ± 2.7	206.7 ± 35.1
	Macho	Control	37.6 ± 9.44	22.1 ± 1.7	287.3 ± 22.1
		Sacarosa	81.6 ± 29.89	14.5 ± 2.7	325.1 ± 85.1
		Estevia	41.4 ± 9.95	21.9 ± 2.3	284.7 ± 29.9
100	Hembra	Control	30.3 ± 8.6	13.8 ± 1.8	179.4 ± 23.4
		Sacarosa	99.8 ± 15.9	4.8 ± 1.4	229.5 ± 44.8
		Estevia	47.8 ± 15.3	13.9 ± 2.9	180.7 ± 37.7
	Macho	Control	37.7 ± 8.2	20.6 ± 0.8	267.8 ± 10.4
		Sacarosa	80.3 ± 36.2	12.3 ± 0.9	294.3 ± 72.3
		Estevia	42.5 ± 10.8	20.9 ± 0.8	271.7 ± 10.4
110	Hembra	Control	28.0 ± 6.7	12.8 ± 1.7	166.4 ± 22.1
		Sacarosa	78.9 ± 24.4	5.0 ± 1.1	197.1 ± 55.1
		Estevia	47.8 ± 15.3	14.8 ± 2.1	192.4 ± 27.3
	Macho	Control	36.0 ± 5.6	21.9 ± 1.6	284.7 ± 20.8
		Sacarosa	74.6 ± 37.0	12.3 ± 1.6	284.8 ± 82.7
		Estevia	38.6 ± 5.6	21.2 ± 2.4	275.6 ± 31.2
120	Hembra	Control	30.4 ± 5.3	14.4 ± 2.2	187.2 ± 28.6
		Sacarosa	89.3 ± 23.6	5.2 ± 2.6	326.3 ± 91.5
		Estevia	50.1 ± 15.9	13.6 ± 4.0	176.8 ± 52.0
	Macho	Control	41.3 ± 22.4	21.6 ± 2.3	280.8 ± 29.9
		Sacarosa	98.4 ± 11.7	12.5 ± 1.8	327.3 ± 42.9
		Estevia	48.4 ± 11.7	22.0 ± 2.9	286.0 ± 37.7
Promedio acumulado	Hembras	Control	3,334 ± 594	1,710 ± 274	21,444 ± 2,130
		Sacarosa	10,081 ± 549	749 ± 98.5	26,487 ± 1,092
		Estevia	5,237 ± 1,427	1788 ± 113	22,720 ± 1,465
	Machos	Control	4,316 ± 874	2,425 ± 43.8	31,199 ± 801
		Sacarosa	9,007 ± 1,888	1,451 ± 96.4	32,689 ± 2,981
		Estevia	4,647 ± 345	2,419 ± 179	31,446 ± 2323

Como se muestra en las Figuras 2a y 2b, las ratas macho y hembra presentaron una tendencia mayor por beber la sacarosa, casi del doble. De estos tres grupos, tanto los de los machos como los de las hembras, prefirieron en primer lugar y con una diferencia significativa ($P < 0.05$) a la sacarosa y, en segundo término, las preferencias se tornaron hacia la stevia. Para el caso de las ratas macho no existió ninguna diferencia en la cantidad de bebida con respecto de los grupos que bebieron agua potable y stevia. En el caso de las hembras, con la stevia sí hubo diferencia significativa existiendo preferencia por la bebida endulzada con la infusión de hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni con respecto del agua simple, pero no tan notable como la preferencia por la sacarosa.

En la Figura 3 se puede también observar que el comportamiento de los grupos de las ratas hembra es diferente que el de los machos desde el punto de vista estadístico considerando los volúmenes acumulados de bebida a lo largo de los 120 días de experimentación. Las ratas hembra consumen más bebida endulzada que sus contrapartes del otro género. Las únicas excepciones puntuales, de acuerdo con la Tabla 2 fueron en el día 20 y en el 120 para el caso de la sacarosa y los días 20 y 80 para la stevia, pero estadísticamente no fueron significativos.

Se colocaron en la Tabla 2 los datos de consumo de alimento y de energía teórica ingerida porque se encontró un estudio similar a esta investigación en la literatura consultada (Villanueva-Gutiérrez et al., 2017). Como se mencionó en la metodología, este experimento formó parte de un estudio más amplio y, por ello, se evaluaron las ganancias de masa corporal también. Estos resultados se encuentran en la literatura (Mendoza-Pérez, 2017). En el estudio señalado, hecho por colegas de la Universidad de Colima, de México (Villanueva-Gutiérrez et al., 2017), donde se empleó la misma estirpe de ratas, Wistar, aunque solamente ratas macho pero también recién destetadas y, aunque en ese estudio se registraron los datos de consumo de alimento y bebida y de ganancia de masa corporal no diariamente como en este estudio, los especímenes que bebieron la infusión de estevia ganaron más masa corporal que los de sacarosa. Esto es interesante porque está indicando que la estevia no les quita el apetito como es el caso de la sacarosa y, aunque la ingesta energética teórica es mayor con la sacarosa, no se ve reflejada en la ganancia de masa corporal (Mendoza-Pérez, 2017), un efecto observado en experimentos previos (Martínez et al., 2010).

Otra cuestión interesante es que en este estudio (Villanueva-Gutiérrez et al., 2017), los autores indicaron que la infusión de las hojas de estevia se hizo con agua fría y no como en este experimento, a 78°C, lo que indica que los compuestos disueltos parecieran ser similares y tienen concentraciones también similares. Este sería un hallazgo para explorar en futuras investigaciones ya que no se requeriría de energía calorífica para su preparación.

Comparación entre jueces humanos y animales modelo sobre equidulzura de estevia y sacarosa

De acuerdo con los resultados obtenidos con los animales modelo empleando la infusión cuya equidulzura para los jueces humanos no entrenados era equivalente entre la sacarosa y la estevia, puede observarse que NO hay una concordancia con los resultados. Definitivamente las ratas, tanto machos como hembras prefirieron sin lugar a duda las soluciones endulzadas con sacarosa en comparación con la infusión de stevia a la concentración de equidulzura definida por los jueces no entrenados humanos.

Es claro que el instinto de supervivencia las inclina, como ocurre con los humanos, a tomar una fuente de energía rápida como es la sacarosa por sobre otra solución e incluso por sobre el alimento ya que les permite sobrevivir con menor esfuerzo. No es adicción, como equivocadamente lo catalogan algunos autores, sino instinto de supervivencia (Bochnakova, 2007; Breslin, 2013; Fidler Mis et al., 2017). Sobre este tema de la correlación entre la ingestión de alimentos y bebidas y su relación con la ganancia en masa corporal hay muchas referencias, aquí van algunas para personas (Bleich et al., 2014; Fidler Mis et al., 2017; Jones et al., 2019) y para animales modelo (Martínez et al., 2010; Oosterman et al., 2015). Otra que resulta interesante es la de emplear cerditos ya que, según los autores, su comportamiento es más similar al de los humanos, aunque los experimentos son aún más costosos (Chalvon-Demersay et al., 2017).

Esto significa que hay todavía mucho qué estudiar y evaluar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluyó, de una prueba sensorial con jueces humanos, que una infusión del 0.94 % (m/V) de hojas de *Stevia rebaudiana* tiene el mismo dulzor que una solución de sacarosa al 10%.

En el caso de los animales modelo este dulzor no fue equivalente en ningún momento de los 120 días de duración del experimento entre esta concentración de 0.94 % (m/V) de las infusiones de hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Esto indica la necesidad de buscar nuevas metodologías para equiparar la dulzura percibida por los seres humanos y por los animales modelo.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Esteviósido	El esteviósido es uno de los glúcidos obtenidos naturalmente de <i>Stevia rebaudiana</i> . Se trata de un glúcido diterpeno de masa molecular 804.80 g/mol. Es una molécula compleja que contiene 38 carbonos, 60 hidrógenos y 18 oxígenos
Glucósido	Los glucósidos son moléculas compuestas por un glúcido (generalmente monoglúcidos) y un compuesto no glucídico. Los glucósidos desempeñan numerosos papeles importantes en los organismos vivos. Muchas plantas almacenan los productos químicos importantes en forma de glucósidos inactivos; si estos productos químicos son necesarios, se hidrolizan en presencia de agua y una enzima, generando glúcidos importantes en el metabolismo de la planta. Según la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada), es cualquier molécula en la cual un glúcido se enlaza a través de su carbono anomérico a otro compuesto de diferente naturaleza química, mediante un enlace O-glucosídico
IDA (Ingesta diaria admisible)	Se puede definir como un índice capaz de medir el grado de peligrosidad de la ingesta de un aditivo alimentario. La definición más formal expresa que es la cantidad aproximada (en miligramos) de un aditivo presente en un alimento, expresada en relación con la masa ³ corporal y que se puede ingerir a diario, durante toda la vida de una persona, sin que llegue a representar un riesgo apreciable para la salud
Infusión	Bebida que se prepara hirviendo o agregando en agua muy caliente alguna sustancia vegetal, como hojas, flores, frutos o cortezas de ciertas plantas, y dejándola unos minutos de reposo. En farmacología, acción de sumergir una sustancia orgánica en un líquido caliente, pero sin que llegue a hervir, para que se disuelvan sus partes solubles
Rebaudiósido A	El rebaudiósido A es un glucósido de esteviol. El glucósido solamente contiene glucosa (excluyendo a otros monosacáridos comúnmente encontrados). En total, contiene cuatro moléculas de glucosa, con la glucosa central del triplete conectada a la estructura principal de esteviol en su grupo hidroxilo y la glucosa restante en su grupo carboxilo formando un enlace éster

RECONOCIMIENTOS

El primer autor reconoce la beca de posgrado otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, Conacyt. Los autores agradecen también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que mediante el Proyecto 178656 "Efecto de diferentes edulcorantes sobre la liberación de las incretinas GLP y su efecto sobre la lipogénesis a corto y largo plazos", fueron adquiridos los reactivos, consumibles y materiales empleados en esta investigación; a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM, ya que otra parte de los reactivos, consumibles y materiales empleados en esta investigación fueron adquiridos con el apoyo financiero parcial del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), "Apoyo a la enseñanza experimental de los laboratorios terminales de las carreras que se

³ El **peso**, en física, es la medida de la fuerza que ejerce la gravedad sobre la masa de un cuerpo. Normalmente, se considera respecto de la fuerza de gravedad terrestre. El peso depende de la intensidad del campo gravitatorio, de la posición relativa de los cuerpos y de la masa de los mismos. La **masa** es una propiedad característica de los cuerpos: la cantidad de materia y no depende de la intensidad del campo gravitatorio, ni de su posición en el espacio. Por ejemplo, una persona de 60 kg de **masa**, pesa 60 **kg-fuerza** en la superficie de la Tierra; pero, la misma persona, en la superficie de la Luna pesaría sólo unos 10 kg-fuerza; sin embargo, su masa seguirá siendo de 60 kg. Las unidades de **peso** y **masa** tienen una larga historia compartida, en parte porque su diferencia no fue bien entendida cuando dichas unidades comenzaron a utilizarse. Cotidianamente, el término "peso" se utiliza a menudo **erróneamente** como sinónimo de masa. La unidad de **masa** del SI es el **kilogramo, kg**, y la de **fuerza** es el **Newton, N**, aunque se usa el **kg-fuerza** que no es una unidad del Sistema Internacional (<http://www.profesorenlinea.com.mx/fisica/masaypeso.htm>)

imparten en la Facultad de Química de la UNAM”, “Apoyo a la enseñanza experimental de las asignaturas terminales de las carreras que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM” y “Desarrollo de material didáctico para las asignaturas ingeniería ambiental y estancia académica de la carrera de ingeniería química con base en estudios de caso” Claves EN103704, PE101709 y PE-100514, respectivamente, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM, DGAPA. También contribuyó con recursos financieros parciales el Programa de Apoyo a la Investigación y el Posgrado de la Facultad de Química de la UNAM, PAIP, Clave 50009067.

BIBLIOGRAFÍA

- Bachmanov, A.A., Bosak, N.P., Lin, C., Matsumoto, I., Ohmoto, M., Reed, D.R., Nelson, T.M. 2014. Genetics of taste receptors. *Curr. Pharm. Des.* 20:2669-2683.
- Baguena-Cervellera, M.J. 2019. Pedro Jaime Esteve. Diccionario biográfico español. Real Academia de la Historia. [<http://dbe.rah.es/biografias/19335/pedro-jaime-esteve>: Diccionario de las yerbas y plantas medicinales que se hallan en el Reino de Valencia, s. f. (inédito); *Hippocrates Coi Medicorum ómnium principis epidemion liber secundus a Petro Iacobo Steve medico latinitate donatus et fusissimis commentariis illustratus, adjecta et singulis sententiis Graeca veritate, quo facilius diligens lector quanta sit servata fides intelligere possit*, Valencia 1551; *Nicandri Colophonii poetae et medici antiquissimi clarissimique Theriaca. Petro Iacobo Steve medico valentino interprete et narratore*, Valencia, 1552.] En https://es.wikipedia.org/wiki/Pedro_Jaime_Esteve.
- Bleich, S.N., Wolfson, J.A., Vine, S., Wang, Y.C. 2014. Diet-Beverage consumption and caloric intake among us adults, overall and by body 'weight'. *American Journal of Public Health.* 104(3): e-72-e78.
- Bochnakova, T. 2007. Why do we prefer some foods over others? Dirección electrónica (última consulta 4 de mayo de 2020). <https://phys.org/news/2007-01-foods.html>.
- Breslin, P.A.S. 2013. An evolutionary perspective on food and human taste. *Current Biology.* 23(9): R409-R418. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.04.010>
- Cameron, A.T. 1947. The taste sense and the relative sweetness of sugar and other sweet substances. *Sugar Research Foundation Report Series.* 9: 1-72.
- Carakostas, M. C., Curry, L. L., Boileau, A. C., Brusick, D. J. 2008. Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology.* 46(7):S1-S10.
- Chalvon-Demersay, T., Blachier, F., Tomé, D., Blais, A. 2017. Animal models for the study of the relationships between diet and obesity: A focus on dietary protein and estrogen deficiency. *Frontiers of Nutrition.* 4:5. doi: 10.3389/fnut.2017.00005.
- Chhaya, Mondal, S., Majumdar, G.C., De, S. 2012. Clarifications of stevia extract using cross flow ultrafiltration and concentration by nanofiltration. *Separation and Purification Technology.* 89:125-134. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2012.01.016>
- Chen, T.S., Chen, S., Chan, P., Chu, Y., Yang, H., Cheng, J. 2005. Mechanism of the hypoglycemic effect of stevioside, a glycoside of *Stevia rebaudiana*. *Planta Medica.* 71(2):108-113.
- Envigo. 2016. Teklad Global 18% Protein Rodent Diet (Sterilizable). Recovered June 21, 2019. <http://www.Envigo.com/resources/data-sheets/2018s-datasheet-0915.pdf>
- EFSA. 2010. Scientific opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. European Food Safety Authority. Parma, Italy. *EFSA Journal.* 8(4):1537 [84 pp.]. Dirección electrónica (última consulta 30 de noviembre del 2016). <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1537>
- EFSA. 2014. European Food Safety Authority. Parma, Italy. Scientific opinion on the revised exposure assessment of steviol glycosides (E 960) for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal.* 12(5):3639 [23 pp.]. Dirección electrónica (última consulta 30 de noviembre del 2016). <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3639>
- FDA. 2015a. Additional information about high-intensity sweeteners permitted for use in food in the United States. <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm397725.htm>.
- FDA. 2015b. Has Stevia been approved by FDA to be used as a sweetener? <https://www.fda.gov/about-fda/fda-basics/has-stevia-been-approved-fda-be-used-sweetener>
- Fidler Mis, N., Braegger, C., Bronsky, J., Campoy, C., Domellöf, M., Embleton, N.D., Hojsak, I., Hulst, J., Indrio, F., Lapillonne, A., Mihatsch, W., Molgaard, C., Vora, R., Fewtrell, M. ESPGHAN Committee on Nutrition. 2017. Sugar in Infants, Children and Adolescents: A Position Paper of the European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Committee on Nutrition. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 65(6): 681-696. doi: 10.1097/MPG.0000000000001733.
- Hellfritsch, C., Brockhoff, A., Stahler, F., Meyerhof, W., Hofmann, T. 2012. Human psychometric and taste receptor responses to steviol glycosides. *J. Agric. Food Chem.* 60:6782-6793.
- JECFA. 2005. Steviol glycosides. In: 63rd Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization (WHO), Geneva, Switzerland, WHO Technical Report Series 928, pp. 34-39, 138. Dirección electrónica (última consulta 24 de septiembre del 2016): <http://whqlibdoc.who.int/trs>
- Joesten, M.D., Hogg, J.L., Castellion, M.E. 2007. Oxidation-reduction reactions. In *World Chem. Essentials.* 4th ed. Thomson Brooks/Cole. Pp. 203-220. Belmont, CA, Estados Unidos.
- Jones, A.C., Kirkpatrick, S.I., Hammond, D. 2019. Beverage consumption and energy intake among Canadians: analyses of 2004 and 2015 national dietary intake data. *Nutrition Journal.* 18: 60. doi: 10.1186/s12937-019-0488-5.

- Keast, R.S.J., Breslin, P.A.S. 2003. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Quality and Preference*. 14:111-124. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00110-6](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00110-6).
- Kohen, V.L. 2008. I Informe Científico. La Stevia y su papel en la salud. Dirección electrónica (última consulta 30 de noviembre del 2016): <http://biostevera.com/wp-content/uploads/2014/11/07-La-stevia-y-su-papel-en-la-salud-Informecient%C3%ADfco-por-Truv%C3%ADDa.pdf>.
- Larson-Powers, N., Pangborn, R.M. (1978). Paired comparison and time-intensity measurements of the sensory properties of beverages and gelatins containing sucrose or synthetic sweeteners. *Journal of Food Science*. 43: 41-46.
- Lorenzo, C., Serrano-Díaz, J., Plaza, M., Quintanilla, C., Alonso, G. L. 2014. Fast methodology of analysing major steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chemistry*. 157:518-523.
- Martínez, C., González, E., García, R.S., Salas, G., Constantino-Casas, F., Macías, L., Gracia, I., Tovar, C., Durán-de-Bazúa, C. 2010. Effects on body mass of laboratory rats after ingestion of drinking water with sucrose, fructose, aspartame, and sucralose additives. *The Open Obesity Journal*. 2:116-124.
- Martínez-Calleja, J.J. 2017. Determinación de los principales glucósidos de esteviol presentes en las hojas de la planta *Stevia rebaudiana* Bertoni mediante un método por cromatografía de líquidos de alta resolución (CLAR). Tesis profesional (Química de alimentos). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Defensa: Mayo 08. Ciudad de México, México.
- Martínez-Calleja, J.J., García-Gómez, R.S., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C., Bernal González, M. 2017. Glucósidos de esteviol de *Stevia rebaudiana* Bertoni: Mediciones con cromatografía de líquidos de alta resolución (CLAR) / *Stevia rebaudiana* Bertoni esteviol glucosides: measurements using high performance liquid chromatography (HPLC). *Ambiens, Techné et Scientia México*. 7(1):7-32.
- Masuda, K., Koizumi, A., Nakajima, K., Tanaka, T., Abe, K., Misaka, T., Ishiguro, M. 2012. Characterization of the modes of binding between human sweet taste receptor and low-molecular-weight sweet compounds. *PLoS One*. 7:e35380.
- Mayank, J. 2015. Interaction model of steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) with sweet taste receptors: A computational approach. *Phytochemistry*. 116:12-20.
- Melis, M.S. 1992. Stevioside effect on renal function of normal and hypertensive rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 36(3): 213-217.
- Melis, M.S. 1995. Chronic administration of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* in rats: Renal effects. *Journal of Ethnopharmacology*. 47(3): 129-134.
- Melis, M.S. 1996. A crude extract of *Stevia rebaudiana* increases the renal plasma flow of normal and hypertensive rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 29(5): 669-675.
- Melis, M.S. 1999a. Effect of crude extract of *Stevia rebaudiana* on renal water and electrolytes excretion. *Phytomedicine*. 6(4): 247-250.
- Melis, M.S. 1999b. Effects of chronic administration of *Stevia rebaudiana* on fertility in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 67(2): 157-161.
- Melis, M.S., Rocha, S.T., Augusto, A. 2009. Steviol effect, a glycoside of *Stevia rebaudiana*, on glucose clearances in rats. *Brazilian Journal of Biology*. 69(2):371-374.
- Mendoza-Pérez, S. 2017. Efecto de la ingesta de diferentes edulcorantes sobre la liberación de las hormonas incretinas GLP-1 y GIP y su efecto sobre la lipogénesis. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas. Defensa: Marzo 14. Ciudad de México, México.
- Mendoza-Pérez, S., García-Gómez, R.S., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2019. Uso humanitario de animales de laboratorio para experimentación de sustancias potencialmente tóxicas en el organismo humano / *Humanitarian use of laboratory model animals to study the effects of potentially toxic substances to the human organism*. *Ambiens Techné et Scientia México*. 7(2):207-218 (2019).
- Mendoza-Pérez, S., Orta-Méndez-y-Sánchez, I., García-Gómez, R.S., Ordaz-Nava, G., Gracia-Mora, M.I., Macías-Rosales, L., Rico-Morales, H., Salas-Garrido, G., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2020a. Body mass gain and glucose-dependent insulinotropic peptide (GIP), glucose, triglycerides, cholesterol, insulin, glucagon, leptin, and ghrelin in blood serum of male and female Wistar rats consuming sweeteners with drinking water. Documento inédito.
- Mendoza-Pérez, S., Orta-Méndez-y-Sánchez, I., García-Gómez, R.S., Ordaz-Nava, G., Gracia-Mora, M.I., Macías-Rosales, L., Rico-Morales, H., Salas-Garrido, G., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2020b. *Stevia rebaudiana* Bertoni, an American plant with therapeutic potential. Changes on Wistar male and female rats on body mass gain and various biochemical parameters. Documento inédito.
- Oliveira-Filho, R.M., Uehara, O.A., Minetti, C.A.S.A., Valle, L.B.S. 1989. Chronic administration of aqueous extract of *Stevia rebaudiana* Bertoni in rats: Endocrine effects. *General Pharmacology: The Vascular System*. 20(2): 187-191.
- Oosterman, J.E., Foppen, E., van der Spek, R., Fliers, E., Karlbeek, A., la Fleur, S.E. 2015. Timing of fat and liquid sugar intake alters substrate oxidation and food efficiency in male Wistar rats. *Chronobiol. Int.* 32(2):289-298. doi: 10.3109/07420528.2014.971177
- Planas, G.M., Kuč, J. 1968. Contraceptive properties of *Stevia rebaudiana*. *Science*. 162(3857): 1007. DOI: 10.1126/science.162.3857.1007
- Salvador-Reyes, R., Sotelo-Herrera, M., Paucar-Menacho, L. 2014. Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*. 5:157-163.
- Samuel, P., Ayoob, K.T., Magnuson, B.A., Wölwer-Rieck, U., Jeppesen, P.B., Rogers, P.J., Rowland, I., Mathews, R. 2018. Stevia leaf to stevia sweetener: Exploring its science, benefits, and future potential. *Journal of Nutrition*. 148(7):1186S-1205S.
- Sengupta, P. 2013. The laboratory rat: Relating its age with human's. *International Journal of Preventive Medicine*. 4(6): 624-630.
- Totté, N., Charon, L., Rohmer, M., Compennolle, F., Baboeuf, I., Geuns, J.M. 2000. Biosynthesis of the diterpenoid steviol, an ent-kaurene derivative from *Stevia rebaudiana* Bertoni, via the methylerythritol phosphate pathway. *Tetrahedron Letters*. 41(33):6407-6410.

-
- USFDA. 2016. GRAS Notice 607. Glucosylated steviol glycosides (minimum purity 80%). *US GRAS Notice Inventory*. US Food and Drug Administration. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=GRASNotices>.
- USFDA. 2017. GRAS notice 715. Rebaudioside D. *US GRAS Notice Inventory*. US Food and Drug Administration. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=GRASNotices>.
- Villanueva-Gutiérrez, S.K., Villegas-Sepúlveda, N., Olmedo-Buenrostro, B.A., Virgen-Ortiz, A., Palacios-Fonseca, A.J., López-Alcaraz, F., del-Toro-Equihua, F., Carrasco-Peña, K.B., Tene-Pérez, C.E., Lorenzana-Santiago, H.C., Cerna-Cortés, J.F., Cerna-Cortés, J. 2017. Análisis comparativo del consumo crónico de agua endulzada con sacarosa o stevia con respecto al 'peso' corporal, la cantidad de alimento consumido y el desarrollo de diabetes y dislipidemias en ratas Wistar. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 21(62):30-38.
http://www.utm.mx/edi_antiores/temas62/T62_1E4_Analisis%20comparativo%20del%20consumo%20cronico%20de%20agua.pdf.

El costo presente de los servicios de agua y drenaje sanitario frente al costo futuro de enfermedades de origen hídrico. Un análisis intertemporal en zonas rurales hacia 2030

Present cost of services for water and sanitary drainage facing the future cost of waterborne diseases. An intertemporal analysis in rural areas around 2030

Rosa Carmina Ramírez-Contreras*¹, Miguel Cervantes-Jiménez², Ricardo López-Dibene³

¹Licenciada en Economía por la UNAM, Profesora de Asignatura en la Facultad de Economía de la UNAM, con especialidad en Economía Ambiental y Ecológica y maestrante en Políticas, Legislación y Gestión Ambiental. Correo-e (*e-mail*): ramirezcarmina@hotmail.com

²Profesor de la Facultad de Economía de la UNAM y consultor

³Ingeniero Civil, Comisión Nacional del Agua³

*Autora a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Abril 10, 2020

Aceptado: Mayo 15, 2020

Resumen

Se realizó un modelo econométrico de elección intertemporal hacia 2030 para demostrar que el costo de dotar los servicios de agua apta para el consumo humano y el sistema de drenaje sanitario en las zonas rurales en el presente es menor que el costo descontado a valor presente en la atención de enfermedades de origen hídrico en el futuro en un horizonte de 25 años (2006-2030). El valor presente neto del costo de atención de casos, para 13 estados seleccionados, en un escenario con proyecto, es de 10,322 millones de pesos mexicanos (MDP) y para el resto de los estados de 14,069 MDP. En un escenario sin proyecto, los valores para el mismo concepto son de 16,593 MDP para los primeros y de 27,101 MDP para los segundos. Esta diferencia genera un ahorro social de 6,271 MDP en los estados seleccionados y de 13,033 MDP para el ámbito nacional.

Palabras claves: Modelación econométrica, elección intertemporal, salud, enfermedades de origen hídrico, agua.

Clasificación JEL⁴: C51, D92, I18, Q25

Abstract

An econometric model of intertemporal choice around 2030 that can demonstrate that the cost of providing water services fit for human consumption and sanitary sewer system in rural areas at present is less than the cost discounted to present value in the attention of waterborne diseases in the future at a horizon of 25 years (2006-2030) was carried out. The net present value cost of care cases for 13 selected states, in a scenario project, is 10,322 MDP and the rest of the states of 14,069 Mexican million pesos (MMP). In a scenario without the project, the values for the same concept are 16,593 MMP for the first and 27,101 MMP for the second. This difference creates social savings of 6,270 MMP in the selected states and 13,033 MMP for the whole country.

Keywords: *Econometric modeling, intertemporal choice, health, water-borne diseases, water*

Jel Classification⁵: *C51, D92, I18, Q25*

4 El sistema de clasificación JEL se desarrolló para su uso en el Journal of Economic Literature (JEL) y es un método estándar para clasificar la literatura académica en el campo de la economía. El sistema se utiliza para clasificar artículos, disertaciones, libros, reseñas de libros y documentos de trabajo en EconLit y en muchas otras aplicaciones. Para descripciones y ejemplos, consulte la Guía de códigos JEL [A: Economía general y enseñanza. A1: Economía General. B: Historia del Pensamiento Económico, Metodología y Enfoques Heterodoxos. B0: generales. C: Métodos Matemáticos y Cuantitativos. C0: generales. D: Microeconomía. E: Macroeconomía y Economía Monetaria. F: Economía Internacional. G: ...] (<https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php>; <https://cran.r-project.org/web/classifications/JEL.html>)[Nota [Nota de los(as) editores(as)]

INTRODUCCIÓN

En México, en el año 2005, 7.8 millones de personas (36%) en localidades rurales (con población menor a 2,500 habitantes) no disponían de servicio de agua en la vivienda y 19.3 millones carecía de drenaje (86%) (INEGI, 2005). Existe una causalidad entre la falta de agua y su calidad, así como del saneamiento con la salud; la carencia de estos servicios conlleva a la aparición de una gama de infecciones y enfermedades de "origen hídrico" características de áreas subdesarrolladas y marginadas en las que no se tiene accesos a los servicios. Se estima que en México el 35% de la carga total de enfermedades tiene su origen en factores ambientales (SSa, 2006).

La ocurrencia de estos padecimientos implica una alta mortalidad, estimando en 1.8 millones de decesos anuales (OMS, 2004), de los cuales el 90% recae en niños menores de cinco años. Del total, el 88% se producen por abastecimiento de agua insalubre y deficientes sistemas de saneamiento e higiene; así como elevados costos en su tratamiento. Los estudios realizados desde el punto de vista hidráulico como "*Costo, Valor y Precio del Agua en México*", de la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA (2000) y "*The Economic Value of Water*" de Gibbons (1986) se han centrado en estimar el valor económico del agua para los usos de consumo doméstico, agrícola e industrial. Cabe mencionar que el 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo denomina uno de sus capítulos *Valorar y cobrar el agua* (ONU, 2006). Desde la óptica de salud, el análisis de costos es en torno a enfermedades concretas y las consecuencias e impacto en regiones o comunidades específicas. Más ampliamente, existen estudios en donde se abordan los padecimientos por grupo, evaluándose tanto los costos como las consecuencias en términos de la salud misma, sin trascender el ámbito de la salud, ni valorar el impacto en un contexto social; de éstos se pueden citar los estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) y por Nigenda et al. (2002). En ambos estudios se hace referencia sobre el acercamiento a la valoración de daños a la salud relacionados con la mala calidad del agua y las deficiencias sanitarias. Por otro lado, existen investigaciones orientadas a estimar costos para el tratamiento de las enfermedades de transmisión vectorial o en regiones específicas, sobresaliendo el estudio de Marañón (2007).

Por estas razones, el objetivo de este documento es demostrar que el costo de dotar los servicios de agua apta para el consumo humano y el sistema de drenaje sanitario en las zonas rurales es menor que el costo descontado a valor presente de la atención de enfermedades de origen hídrico que puedan causarse a futuro.

El documento se estructura en dos secciones. En la primera se resume la metodología que incluye los temas económicos de externalidades y elección intertemporal, así como la identificación del rezago de servicios de agua y drenaje en zonas rurales y clasificación de las enfermedades de origen hídrico y, en la segunda, se exhiben los resultados y la discusión de la medición de los costos de contar o no contar con los servicios de agua y saneamiento y se calcula el consecuente ahorro social.

METODOLOGÍA

Elección intemporal y modelo econométrico

Se utiliza la teoría de las **externalidades** (Cervantes, 2016) para predecir que el uso de inversión pública destinada al agua, permitiría internalizar los costos de las enfermedades de origen hídrico

5 The JEL classification system was developed for use in the Journal of Economic Literature (JEL), and is a standard method of classifying scholarly literature in the field of economics. The system is used to classify articles, dissertations, books, book reviews, and working papers in EconLit, and in many other applications. For descriptions and examples, see the JEL Codes Guide [A: General Economics and Teaching. A1: General Economics. B: History of Economic Thought, Methodology, and Heterodox Approaches. B0: General. C: Mathematical and Quantitative Methods. C0: General. D: Microeconomics. E: Macroeconomics and Monetary Economics. F: International Economics. G: ...] (<https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php>; <https://cran.r-project.org/web/classifications/JEL.html>) [Note of the editors]

provocadas por no contar con los servicios de agua y drenaje conectado a la red en las zonas rurales del país, así como describir las condiciones para demostrar que el costo de la introducción de agua entubada en el presente es menor que el costo de la atención de enfermedades de origen hídrico en el futuro.

La falta de agua con calidad y cantidad requerida para consumo humano, genera como una externalidad, enfermedades de origen hídrico para los habitantes de las comunidades; esto ocasiona un costo social por uso de recursos públicos orientados al tratamiento de dichas enfermedades, sin dejar de reconocer, como señalan los principios de Dublín, que el agua es un bien económico (Cervantes, 2006). Asimismo, la inadecuada disposición de las aguas residuales generadas, produce focos de contaminación y propagación de plagas transmisoras de enfermedades.

El modelo econométrico desarrollado utiliza información estadística relativa a los habitantes con disponibilidad de agua entubada y drenaje conectado a la red pública en las localidades rurales a partir del XII Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 2000), así como en el Segundo Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2005), con la cual se establece la dimensión del rezago de los servicios en las zonas rurales del país. Las consecuencias por la carencia de los servicios en las localidades rurales proceden de las estadísticas del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica sobre los casos presentados por tipo de padecimiento en el período 1997-2005. Para determinar el valor de no tener los servicios y de atención a los casos de las enfermedades, se utilizan los "Costos estimados para proyectos de infraestructura hidráulica Versión 2004" (CONAGUA, 2004) y la "Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales" (Nigenda et al., 2002).

Dicha información nutre el **modelo de elección intertemporal** (Cervantes, 2016) en un horizonte de proyección de 25 años (2005-2030), determinándose las necesidades de la infraestructura de agua y drenaje, así como los casos de enfermedades a presentarse en dos escenarios: uno con proyecto y otro sin él.

El **modelo de elección intertemporal** presume que el número de casos de enfermedades de origen hídrico (*EOH*) acumulados en los veinticinco años estimados tienen una relación inversa con las personas con dotación del servicio de agua y de drenaje en el presente (*A* y *D*), con lo que se puede expresar como $EOH = f(1/(A \text{ y } D))$.

Asimismo, el ahorro social, *Ss*, en una situación con proyecto para 13 estados seleccionados en todo México, es la diferencia entre el valor presente del costo neto en salud en una situación con proyecto *VPcp* y el valor presente del costo neto en salud en una situación sin proyecto *VPsp*.

El rezago de los servicios de agua y drenaje en las zonas rurales del país

En el año 2000 la población rural representaba el 25.4% del total (INEGI, 2000) y en el 2005 el 23.5% (INEGI, 2005). Los 13 estados que tienen una estructura poblacional mayoritariamente rural son Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco y Veracruz debido a que concentran poco más de 18 millones de personas (78.3% del total) asentadas en poblaciones rurales.

La dispersión poblacional que se presenta en las localidades rurales es notable, de 187,938 localidades censadas, 137,505 tienen de 1 a 99 habitantes y albergan al 10.1% de la población rural; las localidades de 100 a 499 habitantes albergan al 32.5%; las localidades de 500 a 2,499 habitantes representan el 57.4%. Los dos últimos rangos de localidades son la población objetivo del estudio, representa el 89.9% de la población rural total (INEGI, 2005).

En el año 2005 el 66.6% de los habitantes en las localidades rurales contaban con agua entubada en el ámbito de la vivienda. El rezago de disponibilidad de agua era de 7.8 millones de personas (INEGI, 2005).

En los 13 estados seleccionados, la población total en 2005 era de 60.7 millones de personas de las que el 31% se ubica en el medio rural, la cobertura de agua es el 64% y de drenaje es del 19%.

Con base en los "*Costos estimados para proyectos de infraestructura hidráulica*" (CONAGUA, 2004) se calcularon los costos promedio para cada estado y para cada servicio, en función del tamaño de localidad.

Los efectos del rezago: Las enfermedades de origen hídrico

Para la OMS, el agua y la salud son dos elementos íntimamente relacionados que se condicionan uno al otro, lo que necesariamente lleva al círculo vicioso entre pobreza y mala salud. El *Informe sobre la Pobreza Rural* (FIDA, 2001), menciona que la malnutrición, el saneamiento insuficiente, la mala calidad del agua para consumo humano y una menor probabilidad de atención médica son características básicas de la condición socioeconómica de alrededor de mil millones de personas en el mundo que viven en condiciones de pobreza extrema y que tres cuartas partes viven y trabajan en zonas rurales. Hinrichsen *et al.* (1998) relatan que hay 2,300 millones de casos de enfermedades relacionadas con el agua en el ámbito mundial, siendo causa de alta mortandad cada año. Asimismo, menciona que el 60% de la mortalidad de niños menores de un año se relaciona con enfermedades infecciosas y parasitarias, vinculadas mayoritariamente con el agua. Por su parte, Marañón (2007) señala que en México el rezago en la disminución de la mortandad es todavía considerable en las zonas rurales, ya que el riesgo de morir por diarrea en estas zonas para la población es cinco veces mayor que en las zonas urbanas, mientras que la diferencia es ocho veces mayor en niños menores de cinco años. Con base en la *Información Epidemiológica. Compendio de Anuarios de Morbilidad 1984-2006* (SSa, 2007), se seleccionaron 21 enfermedades relacionadas con el agua, así como la incidencia de los casos presentados por entidad federativa. En el período analizado se registraron 64.8 millones de casos a nivel nacional de los cuales el 56.3% se localizaron en los 13 estados seleccionados.

La incidencia de eventos por año se determinó con los casos reales de los datos de salud entre la población susceptible. Para el periodo 2006 - 2030, se calculó la probabilidad de ocurrencia de casos promediando el porcentaje de incidencia de casos por año de 1997 a 2005, ubicándose la misma en 21.7% anual para el nivel nacional y 25.3% anual para los 13 estados seleccionados, a lo que se denominó *factor de riesgo*. Según Marañón (2007), la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, COFEPRIS, propuso una *fracción atribuible* diarrea/agua de 50% y sostiene que no hay una estimación rigurosa al respecto.

En los costos solamente se consideraron los casos de morbilidad, excluyéndose las defunciones. Como se mencionó, la base de los cálculos para la estimación de costos fue el trabajo de Nigenda *et al.* (2002), quienes presentan una estimación de costos para las enfermedades de origen hídrico, información sobre la cual se realizó la proyección de costos cuya base corresponde a estimaciones anuales realizadas por la Secretaría de Salud, SSa, del Poder Ejecutivo Federal de México, en el 2006 y por la Fundación Mexicana para la Salud, Asociación Civil, FUNSALUD, de México, para intervenciones tanto preventivas como curativas, e incluyen costos fijos y variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El costo cuando se cuenta con los servicios de agua y saneamiento

El costo total para atender los casos proyectados hasta 2030 fue de 34,880 millones de pesos mexicanos (MDP) a precios de 2005, con promedio anual de 1,395 MDP y de \$813.76 por persona.

Cabe señalar, que los casos considerados corresponden a una situación con proyecto, es decir considerando un incremento en la cobertura de los servicios de agua entubada y drenaje conectado a la red, situación que refleja una disminución de 2.5 millones de casos con respecto de los presentados en el período 1997-2005.

El costo de no contar con los servicios de agua y saneamiento

El *modelo de elección intertemporal* se basa en la proyección de la población que requerirá de los servicios en un horizonte de 25 años (2005-2030) y el número de casos probables de ocurrencia en los 13 estados seleccionados. La cuantificación de los costos se realizó a partir de dos escenarios: Uno con proyecto, es decir, con el planteamiento de una política de incremento en la cobertura de agua y drenaje en las zonas rurales, la población objetivo se alcanza en el último año de la serie y otro sin proyecto, lo que implicaría el mantener las coberturas con el mismo porcentaje presentado en el 2005.

A partir de las tasas anuales definidas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2001) para las localidades y municipios para el periodo 2000-2030, se calculó la población al año del proyecto tomando como base de partida los ocupantes en viviendas particulares en las localidades rurales con el uso de una regresión polinomial de segundo grado.

Los rangos mínimos de población para determinar la cobertura de los servicios (de 100 para el agua y 500 para el drenaje), son función de la factibilidad económica para su introducción ya que a más habitantes, menos costo per cápita. Así la tasa de incremento de la cobertura para agua (Ta) y drenaje (Td) estatal se determinó por la diferencia entre la población objetivo con agua (Oa) y drenaje (Od), y la población con agua (Pa) y drenaje (Pd) en 2005, en el período del proyecto, en este caso de n años.

A partir de los costos promedio de la infraestructura calculados con información de la CONAGUA, se determinó la inversión *per cápita* como una función exponencial del tamaño medio de la localidad, para agua $Ia = 8.963 * La^{-0.2967}$ y drenaje $Id = 8.0341 * Ld^{-0.3026}$.

La inversión per cápita para cada servicio conjuntamente con la tasa de crecimiento anual para agua y drenaje en cada estado, aporta la inversión anual en infraestructura (Ini).

$$Ini = \sum_{j=1}^{13} (Pn_i * Ta * Ia + Pn_i * Td * Id)_j \quad \text{Ecuación 1}$$

Para traer a valor presente la inversión, se consideró una tasa de interés real de 5% prevaleciente en el nuevo milenio como costo relevante de la economía mexicana. Valor presente de la infraestructura de agua y drenaje en el estado j -ésimo con una tasa de interés de 5% anual en un escenario con proyecto:

$$VPp = \sum_{i=1}^{25} \frac{Inp_i}{(1+r)^i} \quad \text{Ecuación 2}$$

La inversión per cápita para cada servicio conjuntamente con la tasa de crecimiento anual para agua y drenaje en cada estado (j) y durante los 25 años del proyecto (i), da como resultado la inversión anual en infraestructura (In), descontada por la tasa de interés real (r) de 5%.

La población susceptible a contraer enfermedades (Pse) es la que carece de servicios de agua y drenaje (Pss), si carecen de ambos servicios el riesgo es de 100% mientras que si cuentan con agua (Psa) solamente, el riesgo es de 50%; para su proyección se partió de la población que no contaba con agua entubada en la vivienda y drenaje conectado a la red en 2005:

$$Pss = Pn * (1 - (Pa * Ta * N)) \quad Pse = 0.5 * Psa + Pss \quad \text{Ecuación 3}$$

Para determinar la incidencia de casos se correlacionó la población susceptible tanto en el medio rural como en el urbano y se comparó con el total de casos de 1997 a 2005. Para ello se determinó la regresión polinomial que representa la incidencia de casos en el medio rural, Ir :

$$Ir = 0.00013*n^2 + 0.00279*n + 0.66768$$

Ecuación 4

en donde: n es el año.

A partir del costo promedio de atención por caso (Ca) de \$813.78 a precios de 2005, se calculó el costo anual por atención de casos por entidad federativa (Cs) como el producto de la población susceptible (Pse) por el factor de riesgo (Fr), la incidencia de casos en el medio rural (Ir) y el costo promedio por cada caso, $Cs = Pse*Fr*Ir*Ca$. A partir de éste costo se derivó el costo total anual de atención de casos en cada estado (Cat), para los 13 estados seleccionados (j) durante los 25 años del proyecto (i) y para el ámbito nacional. Al costo anual de atención se le descontó la tasa de interés real (r) de 5% y se le restó la inversión anual en infraestructura a valor presente, lo que derivó en el costo neto en salud en un escenario con proyecto (Cnp) para los 13 estados seleccionados y para el ámbito nacional.

El mismo procedimiento desarrollado para la integración del modelo se aplicó en un escenario sin proyecto, en el cual no se contempla un crecimiento en la cobertura de los servicios en el período de tiempo considerado. El ahorro social (Ss) resulta de restar el costo neto en salud en una situación con proyecto al costo neto en salud arrojado en una situación sin proyecto a valor presente.

$$Ss = VP_{Cp} - VP_{Sp} = \sum_{i=1}^{25} \frac{Cnp_i}{(1+t)^i} - \sum_{i=1}^{25} \frac{Cns_i}{(1+t)^i}$$

Ecuación 5

Al comparar las dos situaciones, la disminución de casos que se generó a partir de la introducción de los servicios, en el tiempo se convierte en un ahorro social.

El efecto expansivo de la inversión en los servicios de agua y drenaje en las zonas rurales se demuestra: por menor que sea el número de habitantes beneficiados, el impacto siempre será mayor que el efecto de no tenerlos, traducido en enfermedades originadas por su carencia. La función $\beta = -0.0000045*a^2 + 0.118*a + 1605.77$, corrobora que entre mayor sea la cobertura de la demanda de servicios de agua y saneamiento (a), menor será el número de casos de enfermedades en el futuro (β), si existe la voluntad gubernamental y política de atender el rezago acumulado de los servicios de agua y drenaje en las zonas rurales del país.

Como se muestra en la Tabla 1, el valor presente neto del costo de atención de casos, para los 13 estados (entidades federativas de México) en un escenario con proyecto es de 10,322 MDP y para el resto de los estados de 14,069 MDP.

Tabla 1. Valor presente neto del costo de atención de las enfermedades de origen hídrico

Concepto (Millones de pesos MDP)	Escenario con proyecto		Escenario sin proyecto		Ahorro social	
	13 Estados	Nacional	13 Estados	Nacional	13 Estados	Nacional
Valor presente de la infraestructura de agua y drenaje	9,233	10,821	3,162	4,822	–	–
Valor presente del costo de atención de casos	19,555	24,890	20,048	32,251	–	–
Valor presente neto del costo de atención de casos	10,322	14,069	16,593	27,101	–	–
Ahorro social					6,271	13,033

Fuente: Elaboración propia

En un escenario sin proyecto los valores para el mismo concepto son de 16,593 MDP para los 13 estados y 27,101 MDP para el nacional, lo que genera un ahorro social de 6,271 MDP en los estados seleccionados y de 13,033 MDP para el nacional, con lo que el objetivo se cumple.

CONCLUSIONES

El planteamiento que origina este documento es atacar desde la causa el origen de las enfermedades motivadas por la carencia de infraestructura adecuada para propiciar mejores condiciones de vida de la población. La intervención del Estado para resolver la problemática que se genera se hace necesaria mediante la canalización de recursos públicos para subsanar las carencias y demanda en la materia.

Centrar el estudio en las 13 entidades federativas que absorben más de las tres cuartas partes de la población rural en el país como las que en conjunto presentan, en igual proporción, la mayor cantidad de habitantes sin servicio de agua y drenaje conectado a la red, indica que las acciones de gobierno orientadas a resolver la carencia de los servicios en estos estados tendrían un gran impacto en la salud de los habitantes.

Y, en el futuro, en la generación de un ahorro social que podría destinarse a la atención de otras demandas. Con la propuesta que se presenta los habitantes beneficiados con la ampliación de las coberturas serían de 229 mil habitantes con agua y 331 mil habitantes con drenaje en los 13 estados considerados por año, durante 25 años.

La realización del proyecto que implica cubrir la demanda requerida de agua entubada en las localidades rurales de 100 a 2499 habitantes en los 13 estados seleccionados, significa un beneficio directo a 5.7 millones de habitantes en el periodo, equivalentes a un promedio de 229 mil habitantes por año. En el ámbito nacional, el impacto sería sobre 6.3 millones de personas incorporadas, que representan un promedio de 251 mil habitantes – año; ello significa que atender el requerimiento de infraestructura en los 13 estados representa el 91.2% del beneficio nacional en materia de agua.

Comparativamente para la infraestructura de drenaje pero en localidades rurales de 500 a 2499 habitantes, en los 13 estados en estudio el proyecto arroja un beneficio directo a 8.3 millones de habitantes en el periodo, que representa un promedio anual de 331 mil habitantes atendidos. A nivel nacional, los trece estados representan el 79.6% de las metas, es decir, existe un beneficio directo a 10.4 millones de personas en los 32 estados que equivale a un promedio de 416 mil habitantes por año.

NOMENCLATURA

Siglas	Significado
<i>A y D</i>	Agua y de drenaje en el presente
<i>Ca</i>	Costo promedio de atención por caso
<i>Cat</i>	Costo total anual de atención de casos en cada estado para los 13 estados seleccionados (<i>j</i>) durante los 25 años del proyecto (<i>i</i>) y para el ámbito nacional. Al costo anual de atención se le descontó la tasa de interés real (<i>r</i>) de 5% y se le restó la inversión anual en infraestructura a valor presente, lo que derivó en el costo neto en salud en un escenario con proyecto (<i>Cnp</i>) para los 13 estados seleccionados y para el ámbito nacional
<i>Cnp</i>	Costo neto en salud en un escenario con proyecto
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, México
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua, México

Siglas	Significado
CONAPO	Consejo Nacional de Población, México
Cs	Costo anual por atención de casos por entidad federativa calculado como el producto de la población susceptible (Pse) por el factor de riesgo (Fr), la incidencia de casos en el medio rural (Ir) y el costo promedio por cada caso, $Cs = Pse*Fr*Ir*Ca$
EOH	Enfermedades de origen hídrico
Fr	Factor de riesgo
(i)	Años del proyecto (25)
$Ia = 8.963*La^{-0.2967}$	Inversión <i>per cápita</i> para agua como una función exponencial del tamaño medio de la localidad (costos promedio de la infraestructura calculados con información de la CONAGUA)
$Id = 8.0341*Ld^{-.3026}$	Inversión <i>per cápita</i> para drenaje (saneamiento) como una función exponencial del tamaño medio de la localidad (costos promedio de la infraestructura calculados con información de la CONAGUA)
In	Inversión anual en infraestructura
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México (actualmente ya no hay informática)
Ir	Incidencia de casos en el medio rural
(j)	Estado (considerados 13 en México de sus 32 entidades federativas)
N	Período del proyecto, en años
Oa	Población objetivo con agua
Od	Población objetivo con drenaje (saneamiento)
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
Pa	Población con agua en 2005
Pd	Población con drenaje (saneamiento) en 2005
Psa	Población que sí contaba con agua entubada hasta su domicilio en 2005
Pse	Población susceptible a contraer enfermedades porque carece de servicios de agua y drenaje
Pss	Población susceptible a contraer enfermedades porque carece de servicios de agua y drenaje (con un riesgo de 100% mientras que si cuentan con agua pero no drenaje, el riesgo es de 50%) al año 2005
R	Tasa de interés real de 5%
SSa	Secretaría de Salud, Poder Ejecutivo Federal, México
Ss	Ahorro social
Ta	Tasa de incremento de la cobertura para agua estatal
Td	Tasa de incremento de la cobertura para drenaje (saneamiento) estatal
$VPcp$	Valor presente del costo neto en salud en una situación con proyecto
$VPsp$	Valor presente del costo neto en salud en una situación sin proyecto

Letras griegas

(a)	Cobertura de la demanda de servicios de agua y saneamiento
(β)	Número de casos de enfermedades en el futuro, $\beta = -0.0000045*a^2 + 0.118*a + 1605.77$, donde esta función corrobora que entre mayor sea la cobertura de la demanda de servicios de agua y saneamiento, menor será el número de casos de enfermedades en el futuro si existe la voluntad gubernamental de atender el rezago acumulado de los servicios de agua y drenaje en las zonas rurales del país

RECONOCIMIENTOS

La autora reconoce a los organizadores del Congreso Internacional de la Academia Mexicana de Ciencias, Artes, Tecnología y Humanidades, A.C., por permitir el uso del material presentado en ese evento académico y modificarlo para ser publicado en esta revista también académica.

BIBLIOGRAFÍA

- Cervantes J. M. 2006. "Consumo de Agua. Un enfoque microeconómico". Conferencia dictada en la Facultad de Economía de la UNAM el 27 de mayo 2006. Ciudad de México. México.
- Cervantes J. M. 2016. Teoría Microeconómica. Teoría, simuladores computacionales y retos. Ciudad de México. México.
- CONAGUA. 2004. Costos Estimados Para Proyectos de Infraestructura Hidráulica Versión 2004. Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México. México.
- CONAGUA. 2000. Subdirección General de Programación, Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral: "Costo, Valor y Precio del Agua en México". Comisión Nacional del Agua. Ciudad de México. México.
- CONAPO. 2001. "Proyecciones de Población 2000-2030". Consejo Nacional de Población. Ciudad de México. México.
- FIDA. 2001. Informe sobre la pobreza rural. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, ONU. <http://www.fao.org/worldfoodsummit/spanish/fsheets/ifad.pdf>
- Gibbons, D. 1986. *The Economic Value of Water*. A study from Resources for the Future. Washington. D.C. EEUU.
- Hinrichsen, D., Robey, B, Upadhyay, U.D. 1998. "Population Information Program Center for Communication Programs". The Johns Hopkins University, School of Public Health: Population Reports, XXVI:1, September. EEUU.
- INEGI. 2005. Segundo Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estados Unidos Mexicanos.
- INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estados Unidos Mexicanos.
- Marañón, P. B. 2007. "Los costos económicos en salud asociados al deficiente servicio de agua potable: el caso de las enfermedades diarreicas en México". Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua. México, D.F. México.
- Nigenda, G., Cifuentes, E., Duperval, P.A. 2002. *Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales*. Instituto Nacional de Ecología. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. Ciudad de México. México.
- OMS. 2003. "La carga de enfermedad y los estimados de costo-eficacia". Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.
- OMS. 2004. "Relación del Agua, el saneamiento y la higiene con la salud –actualización de noviembre de 2004". Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.
- ONU. 2006. "El agua, una responsabilidad compartida. 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo". Resumen Ejecutivo. Organización de las Naciones Unidas. Ciudad de México. México.
- SSa. 2007. "Información Epidemiológica. Compendio de Anuarios de Morbilidad 1984-2006". Dirección General de Epidemiología. Secretaría de Salud. Ciudad de México. México.
- SSa. 2006. "Las Cuentas en Salud en México 2001-2005". Subsecretaría de Innovación y Calidad. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud. Ciudad de México. México.

Hoja intencionalmente en blanco / *Intentionally blank page*

Instructivo para autores(as)⁶

La revista *Ambiens Techné et Scientia México* es una revista científico-tecnológica bianual editada por la Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México y la Red Internacional de Ciencias Ambientales. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja el punto de vista de las entidades que la publican. Está en proceso de ser indizada en el catálogo Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal y otros.

La revista *Ambiens Techné et Scientia México* podrá aceptar para su publicación los siguientes tipos de manuscritos:

- Investigación y desarrollo. Se presentan aportaciones de estudios experimentales y/o teóricos de investigación básica y/o aplicada o de desarrollo humanístico o tecnológico. Su objeto será difundir los avances de las ciencias y las tecnologías derivadas así como aquellas que protejan al ambiente, de tal forma que resulten de interés para los profesionales de la ciencia, la tecnología y las humanidades teniendo como referente a la protección del ambiente (ciencias y tecnologías verdes)
- Artículos técnicos. Deben abordar temas de interés práctico para investigadores de las ciencias y las ingenierías y tecnologías, así como para investigadores de las humanidades y las ciencias sociales, educativas y de la salud tales como procedimientos de cálculo, criterios de selección de equipo, predicción de propiedades, técnicas de simulación y optimización u optimización de procesos, instrumentación y control, etc.
- Actualización profesional y educación. Presentarán los aspectos fundamentales de la enseñanza en la ingeniería y las tecnologías, así como para las ciencias exactas, naturales y humanísticas y de todos los ámbitos del conocimiento humano, de forma clara y accesible. Su propósito será mantener actualizados, a los profesionales, académicos y estudiantes, proporcionando material didáctico útil.

Los manuscritos deberán ser **inéditos y contener material original** para los y las lectores(as). Los autores serán los únicos responsables del contenido de sus trabajos. Si son aceptados para su publicación en la revista, los autores ceden de manera automática sus derechos autorales a la revista para facilitar su publicación en formatos físicos y/o electrónicos, incluido *Internet*. Una versión electrónica ya sea en español o en inglés deberá ser enviada a:

Marisela Bernal-González, Directora de la revista (Editora-en-Jefe), UNAM, Facultad de Química
 Beatriz Espinosa-Aquino, Directora adjunta de la revista (Editora-en-Jefe adjunta), BUAP, Instituto de Ciencias
 Rolando Salvador García-Gómez, Director administrativo de la revista (Editor técnico), UNAM, Facultad de Química
 Samuel Mendoza-Pérez, Director administrativo adjunto (Editor técnico adjunto), UNAM, Facultad de Química

Consejo Editorial de la Revista *Ambiens Techné et Scientia México*
 UNAM, Facultad de Química

Authors instructions⁷

The journal *Ambiens Techné et Scientia México* is a biannual scientific-technological journal edited by the Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México (*Network for the Analysis of Environmental Quality in Mexico*) and the Red Internacional de Ciencias Ambientales (*International Network of Environmental Sciences*). The content of the articles is the sole responsibility of the author(s) and does not reflect the point of view of the entities that publish it. It currently is in the process of being indexed in the Latindex catalog, the Regional Online Information System for scientific journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal, and others.

The journal *Ambiens Techné et Scientia México* can accept for publication the following type of contributions:

- Research, investigation and development. They present contributions from experimental and/or theoretical studies of basic and/or applied research or humanistic or technological development. Their objective is the dissemination of the advances in science and derived technologies as well as those related to environmental protection, in such a way that they are of interest to scholars in the fields of science, technology and humanities with reference to environmental protection (green sciences and technologies)
- Technical articles. They address topics of practical interest to scientists, to engineers, to researchers in the humanities and the social, educational, and health sciences, such as calculation procedures, equipment selection criteria, property prediction, simulation techniques and process optimization or optimization, instrumentation and control, etc.
- Professional updating and education. Contributions will include the fundamental aspects of teaching in engineering and technologies, as well as for the exact, natural and humanistic sciences and all areas of human knowledge, in a clear and accessible way. Its purpose will be to keep professionals, academics, and students updated, providing useful didactic material.

Manuscripts should be **unpublished and contain original material for readers**. The author(s) are solely responsible for the content of their work. If accepted for publications in the journal, the author(s) automatically assign their copyrights to the journal to facilitate publication in physical and/or electronic formats, including the Internet. An electronic version in either Spanish or English should be sent to:

Marisela Bernal-González, Director of the Journal (Editor-in-Chief), UNAM, Facultad de Química
 Beatriz Espinosa-Aquino, Adjunct Director of the Journal (Adjunct Editor-in-Chief), BUAP, Instituto de Ciencias
 Rolando Salvador García-Gómez, Administrative Director of the Journal (Technical Editor), UNAM, Facultad de Química
 Samuel Mendoza-Pérez, Adjunct Technical Director of the Journal (Adjunct Technical Editor), UNAM, Facultad de Química

Editorial Council of the Journal *Ambiens Techné et Scientia México*

⁶ Los artículos han sido arbitrados por pares -modalidad doble ciego- y reflejan opiniones de la exclusiva responsabilidad del(a) o de los(as) autores(as). Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización

⁷ The articles were peer-reviewed in the double-blind modality and their content is the exclusive responsibility of the author(s). The total or partial reproduction of the contents and images of the publication without prior authorization is prohibited

Facultad de Química de la UNAM
Circuito de la Investigación Científica s/n, Cd. Universitaria
04510 Ciudad de México.
Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México
Correos-e: marisela_bernal2000@yahoo.com.mx,
marisela_bernal2000@quimica.unam.mx,
bett_espinosa@hotmail.com, rolandoga2000_a@yahoo.com,
rolandogarciagomez@quimica.unam.mx,
zamuél@comunidad.unam.mx

Cada manuscrito tendrá un número de archivo. Una vez aceptado, el(los) autor(es) deberá(n) enviar la versión final en forma electrónica (como un archivo adjunto en un correo electrónico empleando paquetería Word para Windows 97-2003 para evitar incompatibilidades). En el texto deberán insertarse las tablas y material gráfico con una resolución alta en donde correspondan. El documento deberá seguir el formato que se describe a continuación. El idioma oficial de la revista es el español y deberá contar con un resumen en inglés y al menos tres palabras clave en ambos idiomas para ser incluidas en los índices internacionales. Si la contribución se encuentra en el idioma inglés, estas deberán contener además del título, el resumen y las palabras clave en español. En este caso, si la lengua materna de los autores no es el inglés, el texto deberá ser revisado por una persona conocedora del tema y cuya lengua materna sea el inglés.

Título y autores(as)

La primera página deberá contener el título del trabajo, su traducción al inglés, los nombres completos de los autores como deseen que aparezcan, sin grados ni títulos. Si usan sus dos apellidos, paterno y materno, se deberán unir con un guión para evitar confusiones a los lectores sobre cuál es el apellido del(a) autor(a). Debe contener también el nombre y la dirección de la institución donde se realizó el trabajo. Debe indicarse con un asterisco al autor a quien debe dirigirse la correspondencia, con la dirección, teléfono, fax y correo electrónico. Si se desea, en un pie de página se pueden indicar la o las direcciones actuales de los autores. El título debe reflejar el objetivo principal del trabajo en forma concisa. Utilice un título complementario sólo cuando sea estrictamente necesario.

Resumen

La segunda página debe contener un breve resumen del trabajo (un párrafo entre 200 y 400 palabras), donde se establezcan los objetivos metodológica, resultados y conclusiones. Se recomienda encarecidamente que todas y cada una de las traducciones sean realizadas por traductores expertos. Se deberá de presentar en español e inglés. Se incorporarán de tres a cinco palabras clave en español e inglés.

Texto

El texto comenzará en la tercera página. Deberá estar escrito de una manera concisa y coherente, utilizando enunciados cortos y simples en estilo impersonal y evitando la información detallada previamente de libros, tesis, artículos previos o cualquier material publicado de fácil acceso. El(los) autor(es) deberá(n) dividir el texto en secciones, las cuales pueden incluir introducción o antecedentes, técnicas experimentales / teoría, procedimientos, resultados, discusión y conclusiones. En la introducción se establecerá el objeto del artículo, evitando una relación demasiado extensa de la literatura existente. Las referencias a las ecuaciones, figuras y tablas deberán hacerse con un número entre paréntesis. Las ecuaciones incluirán su número entre paréntesis, a la derecha. Los resultados se presentarán, de preferencia, en tablas o figuras, limitando el texto exclusivamente al análisis e interpretación de las mismas. Como norma, las tablas con datos que han sido incluidos en figuras (o viceversa) deberán evitarse. Se limitará el número de tablas y figuras al mínimo requerido para que el trabajo se entienda en forma clara y correcta. El texto no debe incluir símbolos escritos a mano sino con el propio procesador de palabras evitando que se presten a confusión, debiendo ser claramente identificados la primera vez que se utilicen.

UNAM, Facultad de Química
Facultad de Química de la UNAM
Circuito de la Investigación Científica s/n, Cd. Universitaria
04510 Ciudad de México. MÉXICO
Correos-e: marisela_bernal2000@yahoo.com.mx,
marisela_bernal2000@quimica.unam.mx,
bett_espinosa@hotmail.com, rolandoga2000_a@yahoo.com,
rolandogarciagomez@quimica.unam.mx,
zamuél@comunidad.unam.mx

Each manuscript will have a file number. Once accepted, the author (s) must send the final version electronically (as an attachment in an email using Word for Windows 97-2003 packages to avoid incompatibilities). Tables and graphic material with high resolution should be attached where applicable. The document must follow the format described below. The official language of the journal is Spanish and it must have an additional abstract in English and at least three keywords in both languages to be included in the international indexes. If the contribution is in the English language, these must also contain the title, the abstract and the keywords in Spanish. In this case, if the authors' mother tongue is not English, the text must be reviewed by a person familiar with the subject and whose mother tongue be English.

Title and author(s)

First page should contain the contribution title in Spanish, its translation into English, and the full names of the author(s) without degrees or honorific titles. If paternal and maternal last names are used, then they should be separated by a hyphen. It should also contain the name and address of the institution where the research was carried out. An asterisk will indicate the author to whom correspondence should be addressed, including full postal address, phone and fax numbers, and e-mail. If desired the present addresses of the author(s) can be included. The title of the contribution should reflect the main objective in a concise form. The use of complementary titles will be accepted only when strictly necessary.

Abstract

The second page will contain the abstract of the contribution (between 200 and 400 words), which clearly establishes the objectives, methodology, results, and the conclusions. It should be presented in Spanish and English. It is strongly advised that any and all translations be conducted by knowledgeable translators. It also should include between three and five key words in Spanish and English.

Text

The text will start on the third page. It should be written in a concise and coherent manner, using simple short sentences, an impersonal style, and avoiding the inclusion of detailed information from previously published accessible books, theses, and articles. The author(s) may divide the text into unnumbered sections, such as the introduction, theoretical background, procedures and/or experimental techniques, results and discussion, and the conclusions. In the introduction, the subject of the contribution will be presented, avoiding a long review of existing literature. Reference to equations, figures, and tables should be included in parentheses. Equations will include its number in parenthesis in the right side of the text. Methodology should be precise enough for the readers to be able to replicate the experimental work or the mathematical development of the contribution. Results will be either presented in tables or figures, with analysis and interpretation in the text. As a rule, tables with data already included in figures (or vice versa) should be avoided. The number of tables and figures will be kept to the minimum required for the contribution to be clearly understood. The final part of the text should present in a

Al final del texto deberán presentarse en forma concisa las conclusiones generales del trabajo. Si fuera estrictamente necesario incluir símbolos de un procesador de texto que pudieran resultar confusos, deberán estar claramente identificados en el margen la primera vez que se utilicen. Al final del texto, se deberán numerar para su rápida búsqueda como se indica a continuación.

Nomenclatura

Los símbolos usados en el texto y en las ecuaciones deberán ser reunidos e identificados nuevamente en una tabla de nomenclatura que se colocará después del texto entre las conclusiones y los reconocimientos y si estos no existieran seguiría la bibliografía citada en el texto. Los caracteres romanos deben listarse primero y, a continuación, los griegos. Los símbolos utilizados serán los de uso común en las ciencias exactas y las ingenierías, así como en las ciencias naturales, sociales y humanísticas y en el área específica del artículo. Esta revista usa el PUNTO decimal (DOF, 2009) y los °C y % junto al guarismo. Las abreviaturas de las locuciones latinas *et alere*, et al., así como *et cetera*, etc., no van en cursivas.

Unidades

El sistema de unidades que deberá emplearse es el Sistema Internacional (SI). Si se desea, se pueden poner entre paréntesis los valores de otras unidades o factores de conversión.

Figuras y fotografías. Tablas

Las figuras deberán de ser de buena calidad y nítidas (fotografías en color: mínimo 300 ppp / CMYK en formato Tiff, dibujos de líneas en color: mínimo 300 ppp / mapa de bits, fotografías en blanco y negro: escala de grises, mínimo 450 ppp en formato Tiff, líneas en blanco y negro Dibujos: mínimo 1000 ppp / mapa de bits o EPS o SVG). Todas las palabras y números en cifras deberán imprimirse, evitando pegar copias escaneadas con una definición débil. Las fotografías deberán de ser nítidas y legibles. Una vez aceptado el artículo, deberán insertarse en su lugar correspondiente ya que se reproducirán a partir de estos originales y se reducirán su tamaño si es necesario. Cada tabla debe de tener como título: Tabla 7. Frecuencia. (Pérez et al., 1989) o Tabla 9. Frecuencia. si son datos tomados de otro (s) autor (es) o si son datos de esta contribución, respectivamente, y sin un punto final

Bibliografía

La literatura citada en el texto o referencias a trabajos anteriores serán señaladas en el texto en orden alfabético por el apellido del(os) autor(es) y el año de publicación, separados por una coma y entre paréntesis. Si son más de dos autores se pondrá et al., después del apellido del primer autor (P. ej.: Stoker et al., 1981). En caso de citarse varios trabajos simultáneamente, se separarán por punto y coma entre cada cita (P. ej.; Pérez et al., 1989; Stoker et al., 1981) por orden alfabético. En el caso de que el nombre del(os) autor(es) forme parte de la redacción del escrito, únicamente se pondrá entre paréntesis el año de publicación. La lista de referencias se insertará después de las conclusiones, nomenclatura y agradecimientos, si es que estos existen y se hará también por orden alfabético, sin numeración y cuando se mencionen varios artículos del mismo autor, estos se presentarán cronológicamente, del más reciente al más antiguo. Si hay dos o más referencias del o los autores para un mismo año agregar las letras a,b, etc., al año (Stoker et al., 2006a,b).

Cada una de las referencias contendrá los siguientes datos (para revistas periódicas): Nombre del(os) autor(es), comenzando con el apellido paterno seguido de las iniciales de los nombres (si se desea incluir el apellido materno éste deberá estar unido por un guión al paterno). Año de la publicación. Título completo de la publicación (usando mayúsculas solamente cuando sea necesario gramaticalmente). Nombre completo de la revista en que apareció. Volumen seguido por el número (si hay) entre paréntesis y, después de dos puntos las páginas de iniciación y conclusión del artículo separadas por un guión. Ejemplo: Hegg, D.A., Hobbs, P.V. 1978.

concise manner the general conclusions. If it were strictly necessary to include word processor symbols that might be confusing, they should be clearly identified in the margin the first time they are used. At the end of the text they should be listed for its quick finding as indicated below.

Nomenclature

Symbols used in the text and in the equations should be gathered and identified in a table of nomenclature to be placed at the end of the text, between the conclusions and the references. Latin characters should be listed first, and then Greek ones. Symbols employed will be those of common use for each discipline and the specific area of the contribution. This journal uses the DECIMAL POINT and °C and % next to the number. The abbreviations of the Latin phrases et alere, et al., and et cetera, etc., are not underlined.

Units

Units system to be employed is the International System (SI). If it is considered important, numerical values in other units or conversion factors may be added in parenthesis.

Figures and photographs. Tables

Figures should be of good quality and sharp (Color Photographs: Minimum 300 dpi/CMYK in Tiff format, Color Line Drawings: Minimum 300 dpi/bitmap, B & W Photographs: Gray Scale, minimum 450 dpi in Tiff format, B & W Line Drawings: Minimum 1000 dpi/bitmap or EPS or SVG). All words and numbers in figures should be printed, avoiding pasting scanned copies with weak definition. Photographs should be sharp and legible. Upon acceptance of the article, they should be inserted in its proper place; they will be reproduced from these originals and reduced if required. Each table should have the title as a heading: Table 7. Frequency ... (Pérez et al., 1989) or Table 9. Frequency ..., if they are data taken from other author(s) or if these are data from this contribution, respectively, and with no final point

References

References cited in the text should be in alphabetical order of the author(s) last name and the year of publication separated by a comma and in parenthesis, and separating with semicolon (;) each reference. If there are more than two authors, et al. will be added to the first author last name (Pérez, 1998; Ramírez and López, 2001; Stoker et al., 2006). In case the last name(s) is (are) part of the text, only the year of publication will appear in parenthesis (... the experiments carried out by Stoker et al. (2006) ...). The list of references will be inserted after the conclusions, nomenclature, and acknowledgements, if these exist, and they will appear in alphabetical order without numbering. When there are several works by the same author they will be presented chronologically, with the newest reference appearing first. If two or more are from the same year a letter a, b, etc., should be added to the year (Stoker et al., 2006a,b).

Each reference will have the following information. For periodical journals: Last name of the author(s) followed by his/her/their initials (first, second names). For Spanish speaking people wishing to include the mother's full last name or initial, a hyphen should be added between both last names. Year of publication. Full title of the publication. Full name of the journal. Volume followed by the number (if there is any) in parenthesis and, after a colon the starting and ending pages numbers separated by a hyphen. Example: Hegg, D.A., Hobbs, P.V. 1978. Oxidation of sulfur dioxide in aqueous systems with

Oxidation of sulfur dioxide in aqueous systems with particular reference to the atmosphere. *Atmospheric Environment*. 12(1-3):241-253. doi⁸: doi.org/10.1016/0004-6981(78)90204-4.

En el caso de libros, el título debe ir primero. Después, debe indicarse la casa editorial. Posteriormente, la o las páginas que fueron consultadas (P. 25, si fue solamente una o Pp. 237-242, si fueron varias). Finalmente, la ciudad y país de edición, separados por una coma. Ejemplo: Stoker, M.S., Stone, R., Seager, S.L. 1981. Química ambiental; contaminación del aire y del agua. Ed. Blume. P. 320. Barcelona, España. Cuando se trate de artículos dentro de volúmenes conmemorativos, memorias de simposia o congresos o libros en que colaboren varios autores, se citará según el siguiente ejemplo. Underbrink, A.C., Sparrow, A.H. 1973. A radiobiological test system. En *Chemical mutagens: Principles and methods for their detection*. Hollander, A., ed. Plenum Press. Vol. 3. Pp. 71-203. Nueva York, EE. UU.

Si se citan tesis se seguirá el siguiente ejemplo. López-Pérez, R. 1994. Uso de un programa computarizado para determinar propiedades termodinámicas. Tesis profesional. UNAM, Facultad de Química. Ciudad de México. México.

Si la cita es a una norma se pondrá la fuente, el año, el título de la norma, la entidad que la emitió, la ciudad y el país de edición. Ej.: DOF. 2009. Diario Oficial (Primera Sección). Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo del Anexo B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida. CUARTO.- Se modifica el encabezado de la tabla 13 para quedar como sigue: Tabla 21 - Reglas para la escritura de los números y su signo decimal. Signo decimal El signo decimal debe ser una coma sobre la línea (,) o un punto sobre la línea (.). Si la magnitud de un número es menor que la unidad, el signo decimal debe ser precedido por un cero. Diario Oficial de la Federación: Jueves 24 de septiembre de 2009. Poder Ejecutivo Federal. Ciudad de México. México.

Si se citan patentes, se debe dar el título y después el número asignado, la ciudad y el país de registro, como sigue: Martínez, C. 1970. Procedimiento para cocer sorgo por extrusión. Registro: Abril 7. Pat. No. 17253384. Dirección General de Invenciones y Marcas. Departamento de Patentes. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Ciudad de México. México.

Si la cita proviene de las redes internacionales se pondrá el autor (si existe) o la palabra Anónimo, el año de la consulta y la "dirección" como puede ser consultada: Anónimo, 2007. Presentación. <http://www.ambiental.unam.mx>. Si viene de una revista electrónica se pondrá el nombre del(os) autor(es), el año, el título de la contribución, el título de la revista seguido de las palabras entre paréntesis (en línea) y su número de ISSN y doi, si lo tiene, el volumen y entre paréntesis el número y después de dos puntos las páginas inicial y final separadas por un guión si las tiene. Finalmente, la dirección electrónica.

particular reference to the atmosphere. *Atmospheric Environment*. 12(1-3):241-253. doi⁹: doi.org/10.1016/0004-6981(78)90204-4.

*In the case of books, the title should be first. Afterwards, the editorial house should appear. Then, the page(s) consulted (P. 25, if it was only one or Pp. 237-242, if there were several of them). Finally, the city and country of edition, separated by a comma. Example: Stoker, M.S., Stone, R., Seager, S.L. 1981. Química ambiental; contaminación del aire y del agua. Ed. Blume. P. 320. Barcelona, España. When the reference comes in commemorative volumes, proceedings from symposia or congresses, or they are chapters of books, they will be cited as follows: Underbrink, A.C., Sparrow, A.H. 1973. A radiobiological test system. In *Chemical mutagens: Principles and methods for their detection*. Hollander, A., ed. Plenum Press. Vol. 3. Pp. 71-203. New York, U. S.*

If a thesis is cited, the following example is given: López-Pérez, R. 1994. Uso de un programa computarizado para determinar propiedades termodinámicas. Professional Thesis. UNAM, Facultad de Química. Ciudad de México. Mexico.

If the citation is for an act or normativity the source, year, title, entity that emitted it, city and country of edition should be given. Example: DOF. 2009. Official Gazette (First Section). Modification of subsection 0, the heading of Table 13, the last paragraph of Annex B and the Decimal sign section of Table 21 of the Official Mexican Standard NOM-008-SCFI-2002, General system of measurement units. FOURTH.- The heading of table 13 is modified to read as follows: Table 21 - Rules for writing numbers and their decimal sign. Decimal sign The decimal sign must be a comma on the line (,) or a point on the line (.). If the magnitude of a number is less than unity, the decimal sign must be preceded by a zero. Official Gazette of the Federation: Thursday, September 24, 2009. Federal Executive Branch. Mexico City. Mexico.

If patents are cited, the title will be given, then the number assigned to it, the city and country of registration, as follows: Martínez, C. 1970. Procedimiento para cocer sorgo por extrusión. Registration: April 7. Pat. No. 17253384. Dirección General de Invenciones y Marcas. Departamento de Patentes. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Ciudad de México. Mexico.

If the citation comes from international networks, the author (if it exists) or the word Anonymous, the year of the consultation and the "address" as it can be consulted will be entered: Anonymous, 2007. Presentation. <http://www.ambiental.unam.mx>. If it comes from an electronic journal, the name of the author (s), the year, the title of the contribution, the title of the journal, followed by the words in parentheses (online) and their ISSN and doi number will be entered, if it has it, the volume and in parentheses the issue, and after a colon the initial and final pages separated by a hyphen if it has them. Finally, the electronic address.

⁸ El desarrollador y administrador del sistema DOI es la International DOI Foundation (IDF), que lo introdujo en 2000 (Paskin, Norman. 2010. "Digital Object Identifier (DOI®) System". *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, 3a ed., Taylor and Francis, pp. 1586-1592). Las organizaciones que cumplen con las obligaciones contractuales del sistema DOI y están dispuestas a pagar para convertirse en miembros del sistema pueden asignar DOI (Davidson, Lloyd A.; Douglas, Kimberly. 1998. "Identificadores de objetos digitales: promesa y problemas para la publicación académica". *Revista de publicación electrónica*, 4(2). DOI: 10.3998/3336451.0004.203). El sistema DOI se implementa a través de una federación de agencias de registro coordinadas por la IDF ("Bienvenido al sistema DOI". <http://www.ambiental.unam.mx>, 28 de junio de 2010. Consultado el 7 de agosto de 2010). A finales de abril de 2011, unas 4,000 organizaciones habían asignado más de 50 millones de nombres DOI ("Noticias DOI®, abril de 2011: 1. El sistema DOI supera los 50 millones de identificadores asignados". doi.org. 20 de abril de 2011. Consultado el 3 de julio de 2011) y en abril de 2013 este número había aumentado a 85 millones de nombres DOI asignados a través de 9,500 organizaciones (Wikipedia, 2013)

⁹ *The developer and administrator of the DOI system is the International DOI Foundation (IDF), which introduced it in 2000 (Paskin, Norman. 2010. "Digital Object Identifier (DOI®) System". *Encyclopedia of Library and Information Sciences* (3rd ed.), Taylor and Francis, pp. 1586-1592). Organizations that meet the contractual obligations of the DOI system and are willing to pay to become a member of the system can assign DOIs (Davidson, Lloyd A.; Douglas, Kimberly. 1998. "Digital Object Identifiers: Promise and problems for scholarly publishing". *Journal of Electronic Publishing*, 4(2). doi:10.3998/3336451.0004.203). The DOI system is implemented through a federation of registration agencies coordinated by the IDF ("Welcome to the DOI System". <http://www.ambiental.unam.mx>, 28 June 2010. Retrieved 7 August 2010). By late April 2011 more than 50 million DOI names had been assigned by some 4,000 organizations ("DOI® News, April 2011: 1. DOI System exceeds 50 million assigned identifiers". <http://www.ambiental.unam.mx>, 20 April 2011. Retrieved 3 July 2011), and by April 2013 this number had grown to 85 million DOI names assigned through 9,500 organizations (Wikipedia, 2013)*

Material complementario

Las deducciones matemáticas, datos experimentales extensos, programas computacionales y las partes del manuscrito de menor importancia serán enviados por separado como material adicional. Este material quedará depositado en la administración de la Revista ATSM y en un pie de página en el artículo publicado se darán las indicaciones necesarias para obtener una copia de dicho material en caso de ser requerido. El material complementario contendrá solamente información relevante que no sea incluida en la publicación.

Archivo en pdf

Cada autor recibirá libre de costo una copia de su contribución en formato electrónico .pdf como aparece publicado en el ejemplar.

Supplementary Material

Mathematical deductions, profuse experimental data, computer programs, and those parts of the manuscript of lesser importance will be sent as separate additional material. This material will be deposited with the IMIQ administration and a foot note in the printed contribution will indicate to those readers interested in obtaining a copy of it, the instructions to get it. This supplementary material will only contain relevant information that has not been included in the publication.

File in pdf

Each author will receive free of charge a copy of his/her contribution in electronic format .pdf as it is in the exemplar.

Lista de comprobación del envío por parte del(a) autor(a) responsable de la publicación

Aviso de derechos de autor(a)

Marque los siguientes elementos para indicar que este envío está preparado para que la revista lo examine y más abajo se pueden añadir comentarios al(a) editor(a):

Submission checklist by the author(s) responsible for the publication

Copyright notice

Please check the following items to indicate that this submission is ready for the journal to review and comments to editors can be added below:

El envío no ha sido publicado previamente ni se ha enviado previamente a otra revista (o se ha proporcionado una explicación en Comentarios al(a) editor(a))	<i>The submission has not been previously published or previously submitted to another journal (or an explanation has been provided in Comments to the editor)</i>
Esta revista mantiene los códigos de ética y las buenas prácticas editoriales científicas, tecnológicas y humanísticas (por ejemplo, COPE, CSE, CSIC, etc.). En caso de detectar alguna falta de ética y/o de buenas prácticas la o las personas perderán automáticamente el derecho a enviar contribuciones	<i>This journal maintains the codes of ethics and good scientific, technological, and humanistic editorial practices (for example, COPE, CSE, CSIC, etc.). In case of detecting any lack of ethics and/or good practices, the person or persons will automatically lose the right to send contributions</i>
El material de esta revista ha sido evaluado por pares y su contenido incluyendo figuras, mapas, etc., es responsabilidad de sus autores	<i>The material in this journal has been peer reviewed. Its content including figures, maps, etc., is the responsibility of the authors</i>
La revista, aunque no cuenta con la promoción directa de sitios especializados no comerciales o comerciales con acceso, permite a sus autores(as) que socialicen sus contribuciones en esos sitios	<i>Although the journal does not have the direct promotion of non-commercial or commercial specialized sites with access, it allows its authors to socialize their contributions on those specialized</i>

especializados	sites
El manuscrito enviado está en formato Microsoft Word y la versión final aceptada por los evaluadores deberá estar en Word para Windows 97-2003 para evitar incompatibilidades	<i>The submitted manuscript is in Microsoft Word format and the final version accepted by the evaluators must be in Word for Windows 97-2003 to avoid incompatibilities</i>
Se han añadido direcciones de páginas electrónicas (doi o equivalente) para las referencias donde ha sido posible	<i>Electronic page addresses (doi or equivalent) have been added for references where possible</i>
El texto tiene interlineado doble; las páginas están numeradas al igual que las líneas del texto, estas últimas de manera consecutiva ; el tamaño de fuente es 12 puntos tipo Tahoma; se usa cursiva sólo para el nombre de las especies en vez de subrayado y todas las ilustraciones, figuras y cuadros se colocan donde deben ir de acuerdo con su cita en el texto	<i>Text is double spaced; the pages are numbered like the lines of the text, the latter consecutively; the font size is 12 point Tahoma type; italics are used only for the name of the species instead of underlining and all illustrations, figures and tables are placed where they should go according to their citation in the text</i>
Es indispensable incluir, en la sección de comentarios al editor , los nombres, institución y direcciones de correo electrónico de todos(as) los(as) autores(as), comprometiéndose el(a) autor(a) responsable de la publicación a la anuencia de los otros coautores a que el manuscrito sea evaluado y eventualmente publicado en esta revista	<i>It is essential to include, in the comments to the editor section, the names, institution and email addresses of all the authors, the author responsible for the publication committing to the consent of the other co-authors that the manuscript be evaluated. and eventually published in this journal</i>
Es indispensable incluir, en la sección de comentarios al(a) editor(a) , los nombres, institución y direcciones de correo electrónico de al menos tres posibles revisores(as) para su manuscrito, que no deberán pertenecer a la institución de trabajo de ninguno de los autores ni tener vínculos de proyectos conjuntos con ellos(as)	<i>It is essential to include, in the comments to the editor section, the names, institution and email addresses of at least three possible reviewers for your manuscript, who should not belong to the work institution of any of the authors or have joint project links with them</i>
Como la revista se revisa por pares en la modalidad doble ciego, tiene que asegurarse que los nombres de los autores no se han incluido después del título del trabajo, ni en las propiedades del archivo	<i>As the journal is peer-reviewed in double-blind mode, you have to make sure that the names of the authors have not been included after the title of the work, nor in the properties of the file</i>
El Consejo Editorial se reserva la confidencialidad de los formatos de evaluación usados por los(as) revisores(as) de las contribuciones (doble ciego). En los documentos revisados se indicarán las recomendaciones de los(as) revisores(as) y	<i>The Editorial Board reserves the confidentiality of the evaluation formats used by the reviewers of the contributions (double blind). The revised documents will indicate the recommendations of the reviewers and</i>

los puntos de mejora para los posibles dictámenes (aceptado, aceptado con correcciones, enviado para correcciones mayores y enviado al autor para otra revista fraterna con la temática <i>ad hoc</i>	<i>the points of improvement for the possible opinions (accepted, accepted with corrections, sent for major corrections, and sent to the author for another ad hoc fraternal journal</i>
El tiempo máximo para que el(a) autor(a) de correspondencia reciba información de aceptación o rechazo es de 3 meses	<i>The maximum time for the corresponding author to receive acceptance or rejection information is 3 months</i>
La revista permite el autoarchivo de los artículos publicados en repositorios institucionales, temáticos o páginas Web personales siempre y cuando no haya un uso lucrativo de ellos	<i>The journal allows the self-archiving of articles published in institutional or thematic repositories or personal Web pages as long as there is no lucrative use of them.</i>
Esta revista no exige que los(as) autore(as) tengan (ID):ORCID. Si el(a) autor(a) lo desea puede ponerse en su contribución.	<i>This journal does not require authors to have (ID):ORCID. If the author wishes, this information can be included in his/her contribution</i>
Para garantizar su difusión a más lectores(as) el Consejo Editorial y los(as) autores(as) están de acuerdo en que esta revista esté bajo la Licencia <i>Creative-Commons</i> con derechos de atribución y no comercial (CC-BY-SA):	<i>To guarantee its dissemination to more readers, the Editorial Board and the authors agree that this journal is licensed under the Creative-Commons License with attribution and non-commercial rights (CC-BY-SA) :</i>
"Esta licencia permite el uso comercial de la obra y de las posibles obras derivadas, pero la distribución de éstas se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original, es decir, la obra derivada que se lleve a cabo a partir de la obra original deberá ser explotada bajo la misma licencia"	<i>"This license allows the commercial use of the work and of the possible derivative works, but the distribution of these must be done with a license equal to that which regulates the original work, that is, the derivative work that is carried out from of the original work must be exploited under the same license"</i>

Una vez que un artículo es aceptado para su publicación, el autor está de acuerdo en que los derechos de su texto pasan a ser propiedad de la Revista ATSM con las implicaciones legales que esto significa.

La distribución de artículos aceptados, pero aún no publicados (*preprints*), por cualquier medio no está permitida. La infracción de esta norma puede ocasionar que el artículo aunque ya esté aceptado, sea retirado para su publicación.

Once an article is accepted for publication, the author agrees that the rights to its text become the property of ATSM Journal with the legal implications that this means.

The distribution of articles accepted, but not yet published (preprints), by any means is not allowed. Violation of this rule may cause the article, even if it is already accepted, to be withdrawn for publication.

<p>Los(as) autores(as) se comprometen a aceptar las condiciones de este aviso de derechos de autor(a), que se aplicarán a este envío siempre y cuando se publique en esta revista y más abajo se pueden añadir comentarios al(a) editor(a).</p>	<p><i>The author(s) agree to accept the conditions of this copyright notice, which will apply to this submission as long as it is published in this journal and comments to the editor can be added below.</i></p>
---	--

Declaración de privacidad de la revista

Los nombres y direcciones de correo-e introducidos en este sitio se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

Journal privacy statement

The names and email addresses entered on this site will be used exclusively for the purposes stated by this journal and will not be available for any other purpose or other person.

Comentarios para el(a) editor(a)

Introduzca el texto relacionado con los puntos señalados arriba

Comments to the Editor

Introduce any text corresponding to the points above

Como apoyo a los(as) autores(as), lectores(as) o revisores(as), a continuación se presentan algunos puntos interesantes proporcionados por las(os) colegas de la Red de Revistas Científicas de Acceso Abierto Diamante presentado por el Sistema de Información Científica Redalyc de la Universidad Autónoma del Estado de México, México.	<i>As support to the authors, readers or reviewers, below are some interesting points provided by the colleagues of the Diamante Open Access Scientific Journals Network presented by the System of Scientific Information Redalyc of the Autonomous University of the State of Mexico, Mexico.</i>
1. CRITERIOS BÁSICOS DE ADMISIÓN	<i>1. BASIC CRITERIA FOR ADMISSION</i>
1.1. Política de Acceso Abierto Inmediato (AAI) Esta revista permite leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o vincular los textos completos de sus artículos, de manera inmediata después de su publicación.	<i>1.1. Immediate Open Access Policy (AAI) This journal allows you to read, download, copy, distribute, print, search or link the full texts of its articles, immediately after publication.</i>
1.2. No efectuar cargos por procesamiento de artículos (APC) No se efectúan cargos monetarios por revisión, procesamiento, evaluación o publicación de artículos (APC, en inglés <i>article processing charges</i>) a autores y/o instituciones.	<i>1.2. No Article Processing Charges (APC) No monetary charges for article review, processing, evaluation or publication (APC, in English article processing charges) are made to authors and/or institutions.</i>
1.3. Institución editora La institución editora de la revista es una red académica perteneciente al sector académico o de investigación sin fines de lucro por lo que queda inscrita en uno de los supuestos señalados de que debe ser una institución académica, de investigación, sociedad científica, universidad u organización sin fin de lucro perteneciente al sector académico o de investigación.	<i>1.3. Publishing institution The publishing institution of the journal is an academic network belonging to the non-profit academic or research sector, which is why it is registered in one of the aforementioned assumptions that it must be an academic, research institution, scientific society, university or non-profit organization. for-profit belonging to the academic or research sector.</i>
1.4. Revisión por pares Todos los originales publicados son sometidos a un proceso de dictamen por pares académicos (especialistas). El tipo de evaluación es la conocida como doble ciego.	<i>1.4. Peer Review All published originals are submitted to an opinion process by academic peers (specialists). The type of evaluation is known as double blind.</i>
1.5. Antigüedad Tiene once años de existencia. Los fascículos editados en el último año (2022) están visibles en la plataforma OJS y en la página de la revista https://atsmexico.org/atms .	<i>1.5. Antiquity It has eleven years of existence. The issues published in the last year (2022) are visible on the OJS platform and on the journal page https://atsmexico.org/atms.</i>

Para efectos de la evaluación, sólo se considerarán los números regulares editados.	<i>For evaluation purposes, only regular published issues will be considered.</i>
1.6. Cumplimiento de periodicidad Los fascículos se publican puntualmente de acuerdo con la periodicidad expresada por la revista (semestralmente). El primer fascículo se pone en línea el 30 de junio y el segundo el 30 de diciembre.	<i>1.6. Periodicity compliance The issues are published punctually according to the periodicity expressed by the journal (semester). The first issue goes online on June 30 and the second on December 30.</i>
1.7. Datos de identificación Los datos visibles en el sitio web de la revista https://atsmexico.org/atsm : <ul style="list-style-type: none"> ● Título completo ● ISSN electrónico ● Institución editora ● Ciudad ● País ● Correo 	<i>1.7. Identification data The data visible on the journal website https://atsmexico.org/atsm: <ul style="list-style-type: none"> ● Full title ● electronic ISSN ● Publishing institution ● City ● Country ● Mail </i>
2. CRITERIOS CUALITATIVOS	<i>2. QUALITATIVE CRITERIA</i>
2.1. Porcentaje de contenido científico El 100% de las colaboraciones de cada fascículo son resultados originales producto de investigaciones científico-tecnológicas y sometidas a revisión por pares.	<i>2.1. Percentage of scientific content 100% of the collaborations in each issue are original results, the product of scientific-technological research and subjected to peer review.</i>
2.2. Exogeneidad de las publicaciones El 80% de los trabajos científicos publicados en cada número son colaboraciones ajenas a la institución editora RACAM y su sororal RedICA (con al menos un autor ajeno a la institución).	<i>2.2. Exogeneity of publications 80% of the scientific papers published in each issue are collaborations outside the RACAM publishing institution and its sister organization RedICA (with at least one author outside the institution).</i>
2.3. Artículos por año Se publican siempre 12 artículos o resultados de investigación al año. El promedio anual es de 12 artículos	<i>2.3. Articles per year Articles or research results published per year are 12. The annual average is 12 articles.</i>
2.4. XML JATS Se dispone de artículos marcados en formato XML JATS.	<i>2.4. XML JATS Articles are available in XML JATS format.</i>
2.5. Publicación homogénea La revista es homogénea y publica 6 artículos por fascículo.	<i>2.5. Homogeneous publication The journal is homogeneous and publishes 6 articles per issue.</i>
2.6. Indexaciones La revista está indexada en Directorio Latindex y será enviada para calificación.	<i>2.6. Indexing The journal is indexed in the Latindex directory and will be sent for qualification.</i>
2.7. Plataforma electrónica	<i>2.7. Electronic platform</i>

La revista tiene una página independiente https://atsmexico.org/atsm .	<i>The journal has an independent page https://atsmexico.org/atsm.</i>
2.8. Formatos de lectura Pone a disposición de los usuarios los siguientes formatos electrónicos para el despliegue de los artículos publicados: PDF, XML JATS.	<i>2.8. Reading formats It makes the following electronic formats available to users for displaying published articles: PDF, XML JATS.</i>
2.9. Contenido científico Publica fascículos completos con contenido científico y tecnológico, artículos derivados de investigaciones.	<i>2.9. Scientific content It publishes complete fascicles with scientific and technological content, articles derived from research.</i>
3. CRITERIOS ALTAMENTE VALORADOS CUANTITATIVOS	<i>3. HIGHLY VALUED QUANTITATIVE CRITERIA</i>
3.1. Prácticas editoriales 3.1.1. Exogeneidad de evaluadores Los evaluadores no cobran y son externos a las dos entidades editoras RACAM y RedICA.	<i>3.1. Editorial practices 3.1.1. Exogeneity of evaluators The evaluators do not charge and are external to the two publishing entities RACAM and RedICA.</i>
3.1.2. Publicación original e inédita Todo artículo postulado para su publicación es original e inédito y no está postulado simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales.	<i>3.1.2. Original and unpublished publication All articles submitted for publication are original and unpublished and are not simultaneously submitted to other journals or editorial bodies.</i>
3.1.3. Publicación preprints La revista no acepta preprints.	<i>3.1.3. Preprint publication The journal does not accept preprints.</i>
3.1.4. Exogeneidad del Consejo Editorial El 75% de los integrantes del Consejo Editorial son ajenos a la entidad editora.	<i>3.1.4. Exogeneity of the Editorial Board 75% of the members of the Editorial Board are outside the publishing entity.</i>
3.1.5. Tiempos de evaluación Brinda información a los autores sobre los tiempos estimados (30-60 días), para los procesos de evaluación (revisión por pares): Recepción y aceptación.	<i>3.1.5. Evaluation times It provides information to the authors about the estimated times (30-60 days), for the evaluation processes (peer review): Reception and acceptance.</i>
3.1.6. Formato de evaluación en línea El formulario de evaluación (utilizado en el proceso de revisión por pares) no aparece al público abiertamente pero se encuentra al final del reglamento de la revista que está en la plataforma.	<i>3.1.6. Online evaluation form The evaluation form (used in the peer review process) does not appear openly to the public but is found at the end of the journal's regulations that are on the platform.</i>
3.1.7. Fechas recepción y aceptación En la primera página después del título y los(as) autor(as), se indican las fechas de recepción y aceptación en cada artículo.	<i>3.1.7. Reception and acceptance dates On the first page, after the title and the author(s), the dates of receipt and acceptance of each article are indicated.</i>

<p>3.1.8. Indicadores bibliométricos y/o cienciométricos</p> <p>Son públicos los indicadores sobre el desempeño de la revista: La tasa de rechazo, el número de descargas, citas, o “responsables”.</p>	<p><i>3.1.8. Bibliometric and/or scientometric indicators</i></p> <p><i>The indicators on the performance of the journal are public: The rejection rate, the number of downloads, citations, or "responsible".</i></p>
<p>3.2. Periodicidad</p> <p>3.2.1. Periodicidad</p> <p>El fascículo incluye en su portada los meses que comprende el periodo de publicación, para el primero es enero-junio y para el segundo julio-diciembre y en su cintilla legal se señala que la fecha de publicación del primer fascículo es 30 de junio y del segundo 30 de diciembre en la página principal de la revista, hoja 2, así como la correspondiente en el segundo fascículo.</p>	<p><i>3.2. Periodicity</i></p> <p><i>3.2.1. Periodicity</i></p> <p><i>The issue includes on its cover the months that comprise the publication period, for the first it is January-June and for the second July-December and in its legal ribbon it is indicated that the date of publication of the first issue is June 30 and second December 30 on the main page of the journal, page 2, as well as the corresponding one in the second issue.</i></p>
<p>3.2.2. Fecha de publicación</p> <p>La revista especifica el momento en el que pone en línea sus fascículos</p>	<p><i>3.2.2. Publication date</i></p> <p><i>The journal specifies the moment in which it puts its issues online</i></p>
<p>3.3. Acceso abierto</p> <p>3.3.1. Licenciamiento</p> <p>En la primera página de cada contribución se menciona explícitamente el licenciamiento bajo el cual la revista <i>Ambiens Techné et Scientia México</i> e institución editora RACAM y RedICA publica los contenidos es: CC-BY-NC, CC: Creative Commons; BY: puede usar y compartir la obra, dando crédito al autor; NC: puede usar y compartir, solo si no hace un uso comercial.</p>	<p><i>3.3. Open access</i></p> <p><i>3.3.1. Discharge</i></p> <p><i>On the first page of each contribution, the licensing under which the Ambiens Techné et Scientia México journal and RACAM and RedICA publishing institution publishes the contents is explicitly mentioned: CC-BY-NC, CC: Creative Commons; BY: you can use and share the work, giving credit to the author; NC: You can use and share, only if you do not make a commercial use.</i></p>
<p>3.3.2. Metadatos de la licencia</p> <p>En el encabezado de la primera página incluye la información relativa a la licencia <i>Creative Commons</i> (legible por máquinas) en los metadatos de los artículos en formatos portables (PDF).</p>	<p><i>3.3.2. License metadata</i></p> <p><i>In the header of the first page, it includes the information related to the Creative Commons license (readable by machines) in the metadata of the articles in portable formats (PDF).</i></p>
<p>3.3.3. Fuentes de financiamiento</p> <p>Esta revista no tiene ninguna fuente de financiamiento y sus editores y evaluadores trabajan altruistamente. Esta publicación electrónica recibe apoyo altruista de personal académico de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes dedican parte de su tiempo libre a esta publicación electrónica.</p>	<p><i>3.3.3. Funding sources</i></p> <p><i>This journal does not have any funding source and its editors and reviewers work altruistically. This electronic publication receives altruistic support from academic staff of the Faculty of Chemistry of the National Autonomous University of Mexico, who dedicate part of their free time to this electronic publication.</i></p>

<p>3.3.4. Derechos de autor (<i>copyright</i>) El titular de los derechos de autor (copyright), es la propia revista y los autores ceden los derechos para ser publicada su contribución de acuerdo con el siguiente inciso 3.3.5.</p>	<p>3.3.4. <i>Copyright</i> <i>The owner of the copyright is the journal itself and the authors assign the rights to publish their contribution in accordance with the following subsection 3.3.5.</i></p>
<p>3.3.5. Política de autoarchivo La revista permite el autoarchivo de los artículos publicados, en repositorios institucionales, temáticos o páginas web personales.</p>	<p>3.3.5. <i>Self-Archive Policy</i> <i>The journal allows the self-archiving of published articles, in institutional, thematic repositories or personal web pages.</i></p>
<p>3.4. Gestión Editorial Este rubro está señalado en el instructivo de autores antes de este texto</p>	<p>3.4. <i>Publishing Management</i> <i>This item is indicated in the authors' instructions before this text</i></p>
<p>3.4.1. Datos de contacto Indica en los datos de contacto (En la hoja legal, segunda de cada número se encuentra esta información):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nombre completo del contacto ● Nombre completo de la institución u organismo editor (sin abreviaturas) ● Ciudad y país de edición (sin abreviaturas) ● Correo electrónico (institucional) 	<p>3.4.1. <i>Contact information</i> <i>Indicate in the contact information (In the legal page, second of each number, this information is found):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Full name of the contact</i> ● <i>Full name of the publishing institution or organization (without abbreviations)</i> ● <i>City and country of publication (without abbreviations)</i> ● <i>Email (institutional)</i>
<p>3.4.2. Objetivos y alcance (Instructivo para autores) Indica explícitamente los objetivos y alcance, así como la definición de la naturaleza, propósito, público y/o comunidad a la que se dirige en los antecedentes de la revista.</p>	<p>3.4.2. <i>Objectives and scope (Instructions for authors)</i> <i>It explicitly indicates the objectives and scope, as well as the definition of the nature, purpose, public and/or community to which it is directed in the background of the journal.</i></p>
<p>3.4.3. Especificidad temática La revista recibe artículos 1a, b y c, según el instructivo de autores(as).</p>	<p>3.4.3. <i>Thematic specificity</i> <i>The journal receives articles 1a, b, and c, according to the author's instructions.</i></p>
<p>3.4.4. Equipo Editorial El equipo editorial se describe con funciones o roles y se da crédito a las personas encargadas (Esta información se encuentra en la hoja legal).</p>	<p>3.4.4. <i>Editorial Team</i> <i>The editorial team is described with functions or roles and credit is given to the people in charge (This information is found in the legal sheet).</i></p>
<p>3.4.5. Membrete bibliográfico Se identifica cada artículo mediante membrete bibliográfico en la página inicial (En el contenido de cada número):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nombre de la revista ● ISSN-e ● Volumen y número ● Periodo que cubre la edición indicando meses y años (Hoja legal) 	<p>3.4.5. <i>Bibliographic letterhead</i> <i>Each article is identified by bibliographic letterhead on the home page (in the content of each number):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Journal name</i> ● <i>ISSN-e</i> ● <i>Volume and number</i> ● <i>Period covered by the edition indicating months and years (Legal page)</i>

● Nombres de los autores	● <i>Author names</i>
3.4.6. Afiliación del Consejo Editorial Se indica la afiliación institucional de los miembros del consejo editorial, incluyendo el país (Hoja legal).	3.4.6. <i>Editorial Board Affiliation</i> <i>The institutional affiliation of the members of the editorial board is indicated, including the country (Legal page).</i>
3.4.7. Tabla de contenido con traducción Al inicio de cada fascículo existe una tabla de contenido que menciona: El título completo de todos los artículos en el idioma original y en un segundo idioma, en este caso el inglés; además, incluye el nombre del(os) autor (es).	3.4.7. <i>Table of contents with translation</i> <i>At the beginning of each issue there is a table of contents that mentions: The complete title of all the articles in the original language and in a second language, in this case English; In addition, it includes the name of the author(s).</i>
3.4.8. Datos de los autor(es)(as) Cada artículo indica los nombres completos de los autores, la institución de adscripción, el país de la institución de adscripción de cada autor y el correo electrónico de al menos un autor, el de correspondencia.	3.4.8. <i>Data of the author(s)</i> <i>Each article indicates the full names of the authors, the affiliation institution, the country of the affiliation institution of each author and the email address of at least one author, the correspondence address.</i>
3.4.9. Identificador de autor (ID) ORCID La revista no exige que los autores tengan ID: ORCID, en caso de que cuente con él se les recomienda que lo coloquen después de los datos de afiliación.	3.4.9. <i>Author Identifier (ID) ORCID</i> <i>The journal does not require authors to have ID: ORCID, if they do, it is recommended that they place it after the affiliation data.</i>
3.4.10. Indexaciones La revista está indexada en el Directorio Latindex y se iniciará en breve el proceso de evaluación. Cada registro declarado cuenta con un enlace directo al lugar en que se encuentra la lista maestra (<i>Master list</i>) donde se menciona la revista o dirección electrónica (URL) donde están los datos de la revista (Esto se logra accediendo con el vínculo al extremo inferior derecho que indica el vol(num)año)	3.4.10. <i>Indexing</i> <i>The journal is indexed in the Latindex Directory and the evaluation process will begin shortly. Each declared record has a direct link to the place where the master list (Master list) is located where the journal is mentioned or the electronic address (URL) where the journal data is (This is achieved by accessing the link at the bottom end right indicating the vol(num)year)</i>
3.4.11. Normas de referencias bibliográficas Esta revista menciona en el instructivo para autores que utiliza el estilo Elsevier de mediados del siglo XX para las referencias bibliográficas, el cual los autores deben observar (ver instructivo para autores páginas arriba).	3.4.11. <i>Bibliographic reference standards</i> <i>This journal mentions in the instructions for authors that it uses the mid-twentieth century Elsevier style for bibliographic references, which authors must observe (see instructions for authors pages above).</i>
3.4.12. Estilo de citación A continuación se muestra el estilo de citación que se debe utilizar: Elsevier de mediados del siglo XX.	3.4.12. <i>Citation style</i> <i>Below is the citation style to use: Elsevier mid-20th century.</i> <i>Example: See the instructions for authors</i>

Ejemplo: Ver el instructivo de autores	
3.4.13. Resumen y palabras clave en idioma original Cada artículo incluye tanto el resumen como las palabras clave en el idioma original, el español.	3.4.13. <i>Abstract and keywords in original language</i> <i>Each article includes both the abstract and the keywords in the original language, Spanish.</i>
3.4.14. Resumen y palabras clave en segundo idioma Cada artículo incluye el resumen y las palabras clave en un segundo idioma, el inglés.	3.4.14. <i>Abstract and keywords in second language</i> <i>Each article includes the abstract and keywords in a second language, English.</i>
3.4.15. Instrucciones para los autores en dos idiomas Se incluyen estas instrucciones para los autores en un segundo idioma (inglés) de manera visible en la página de la revista.	3.4.15. <i>Instructions for authors in two languages</i> <i>These instructions for authors are included in a second language (English) conspicuously on the journal page.</i>
3.4.16. Código de ética La revista menciona su adhesión al código de ética y buenas prácticas editoriales científicas (COPE) en el instructivo de autores.	3.4.16. <i>Code of ethics</i> <i>The journal mentions its adherence to the code of ethics and good scientific editorial practices (COPE) in the authors' instructions.</i>
3.4.17. Detección de similitud (posible plagio) Esta revista no aplica la detección de similitud y posible plagio, pues para utilizar el software que posee la Dirección General de Publicaciones de la UNAM, entidad a la que pertenece la mayoría del Comité Editorial, esa autoridad indicó desde el inicio de la publicación en 2013 que era necesario que esta fuera parte de las revistas de la Universidad Nacional Autónoma de México requiriendo la firma del titular de una dependencia académica, lo cual ejercería coerción sobre la libertad académica de la revista. Por lo tanto, se apela a la ética de los autores(as) y, en caso de que llegara a detectarse un posible plagio se haría del conocimiento de los autores(as) responsables de la publicación para corregirlo y, en caso de no cumplir, se retiraría la contribución.	3.4.17. <i>Similarity detection (possible plagiarism)</i> <i>This journal does not apply the detection of similarity and possible plagiarism, because to use the software owned by the General Directorate of Publications of the UNAM, entity to which the majority of the Editorial Committee belongs, that authority indicated from the beginning of the publication in 2013 that it was necessary for this to be part of the journals of the National Autonomous University of Mexico requiring the signature of the head of an academic unit, which would exert coercion on the academic freedom of the journal. Therefore, the ethics of the authors is appealed to and, in the event that a possible plagiarism is detected, the authors responsible for the publication will be made aware of it in order to correct it and, in case of non-compliance, the contribution would be withdrawn.</i>
3.4.18. Política de preservación digital No se cuenta con una política de preservación de archivos digitales en (Lockss, Clockss,	3.4.18. <i>Digital Preservation Policy</i> <i>There is no policy for the preservation of digital files in (Lockss, Clockss, Portico,</i>

Portico, etc.), debido a que son empresas de lucro y nuestra revista no es lucrativa por lo que no se cuenta con fondos para pagar este tipo de servicios. Cada una de las contribuciones se almacena en formato pdf con sistemas de cómputo “espejo”, independientes uno de otro.	<i>etc.), because they are for-profit companies and our journal is not for profit, so there are no funds to pay for this type of service. Each of the contributions is stored in pdf format with "mirror" computing systems, independent of one another.</i>
3.5. Aprovechamiento de Tecnología	<i>3.5. Leveraging Technology</i>
3.5.1. Uso de gestor editorial Utiliza un gestor editorial electrónico como herramienta de control del proceso de dictamen y no sólo como plataforma de publicación abierta: <i>Open Journal System (OJS)</i> .	<i>3.5.1. Use of editorial manager It uses an electronic editorial manager as a control tool for the opinion process and not only as an open publication platform: Open Journal System (OJS).</i>
3.5.2. Protocolos de interoperabilidad La revista sí cuenta con protocolos de interoperabilidad y la dirección electrónica es: https://atsmexico.org/atsm/about	<i>3.5.2. Interoperability protocols The journal does have interoperability protocols and the electronic address is: https://atsmexico.org/atsm/about</i>
3.5.3. Motor de búsqueda La revista sí cuenta con un motor de búsqueda específico para los contenidos de la revista y para la localización y recuperación de artículos publicados; además, permite el uso de operadores lógicos para optimizar la búsqueda.	<i>3.5.3. Search Engine The journal does have a specific search engine for the journal contents and for locating and retrieving published articles; In addition, it allows the use of logical operators to optimize the search.</i>
3.5.4. Descarga individual de contenidos Permite la descarga de cada uno de los artículos de manera individual.	<i>3.5.4. Individual download of content Allows the download of each of the articles individually.</i>
3.5.5. Colección integrada Todos los números digitales disponibles están visibles en un solo sitio web.	<i>3.5.5. Integrated collection All available digital numbers are visible on a single website.</i>
3.5.6. Identificador de recursos digitales Los artículos no cuentan con un identificador digital de objeto (DOI), pues esta fundación exige un pago anual y por tal razón no se cuenta con él. Supuestamente existen empresas patrocinadoras pero el comité editorial de esta revista no ha encontrado ninguna que sea gratuita.	<i>3.5.6. Digital resource identifier The articles do not have a digital object identifier (DOI), since this foundation requires an annual payment and for this reason it is not available. Supposedly there are sponsoring companies but the editorial committee of this journal has not found any that are free.</i>
3.5.7. Navegación y usabilidad La página electrónica cuenta con adecuada navegabilidad, es decir, permite el acceso a los contenidos de la revista en un máximo de tres clics.	<i>3.5.7. Navigation and usability The electronic page has adequate navigability, that is, it allows access to the contents of the journal in a maximum of three clicks.</i>
3.5.8. Valor agregado La revista no cuenta con características	<i>3.5.8. Added value The journal does not have its own</i>

<p>propias para brindar valor agregado al usuario: En el texto de REDALyC se recomiendan servicios multimedia, acceso a datos fuente, servicios de accesibilidad e interacción con el usuario, así como la promoción a través de sitios especializados no comerciales (Open edition, Doaj, Erudit, etc.), comerciales con acceso (Google Académico, Mendeley, Academia.edu, Research Gate, etc.). La primera y más importante razón es que la revista es justamente eso, una revista académica que visibiliza el conocimiento generado por colegas de habla española para el beneficio de la sociedad y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.</p>	<p><i>characteristics to provide added value to the user: The REDALyC text recommends multimedia services, access to source data, accessibility services and interaction with the user, as well as promotion through specialized non-commercial sites (Open edition, Doaj, Erudit, etc.), commercial with access (Google Scholar, Mendeley, Academia.edu, Research Gate, etc.). The first and most important reason is that the journal is exactly that, an academic journal that makes visible the knowledge generated by Spanish-speaking colleagues for the benefit of society and the improvement of people's quality of life.</i></p>
<p>3.5.9. Interacción con el usuario La revista no facilita el uso de tecnologías de interacción, como blogs y/o foros que permitan al usuario una mayor interacción exactamente por las razones señaladas en el punto anterior.</p>	<p><i>3.5.9. User interaction The journal does not facilitate the use of interaction technologies, such as blogs and/or forums that allow the user greater interaction for exactly the reasons indicated in the previous point.</i></p>
<p>3.5.10. Estadísticas de descargas La revista tiene un apartado de estadísticas de descargas actualizadas, ya sean de su propio sitio web o bien recurriendo a servicios de terceros.</p>	<p><i>3.5.10. Download statistics The journal has a section with updated download statistics, whether from its own website or using third-party services.</i></p>

Esta revista es electrónica

Se terminó de editar en el servidor de los Laboratorios de Ingeniería Química Ambiental y de
Química Ambiental

Ciudad de México, México

2020