



# ***Ambiens Techné et Scientia México***

Vol. 9

No. 2

*Julio-Diciembre / July-December 2021*

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

RACAM

ISSN 2954-3622

**Directiva / Directorate****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 / *President*

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

María Irene Cano-Rodríguez, Universidad de Guanajuato, México, jubilada  
 Tesorera / *Treasurer*

**Red Internacional de Ciencias Ambientales**

Beatriz Espinosa-Aquino  
 Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México  
 Secretaria Ejecutiva / *Executive Secretary*

Stanley E. Manahan  
 University of Missouri, Prof. Emérito, EE.UU.  
 Miembro Emérito / *Emeritus Member*

**Comité Editorial / Editorial Committee****Editores / Editors**

Marisela Bernal-González  
 Directora (Editora-en-Jefe) / *Director (Editor-in-Chief)*

Beatriz Espinosa-Aquino  
 Directora adjunta (Editora -en-Jefe adjunta) / *Deputy Director (Deputy Editor-in-Chief)*

Rolando Salvador García-Gómez  
 Director administrativo (Editor técnico) / *Managing Director (Managing Editor)*

Samuel Mendoza-Pérez  
 Director administrativo adjunto (Editor técnico adjunto) / *Deputy Managing Director (Deputy Managing Editor)*

**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 Kuschke, 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  
 Evguenia Roubina Milner, Facultad de Música, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, México

**INNOVACIÓN EDUCATIVA / Innovative Education**

Octavio García-Madán, 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  
 Marianela de los Angeles Cordovés-Herrera, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de La Caña de Azúcar, ICIDCA, La Habana, Cuba  
 Manuel Enriquez-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 9, No. 2, julio-diciembre 2021, 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](http://www.ambiental.unam.mx/albunimagenes/Revista.pdf) (temporal), [atsmexico.org/atsm](http://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 diciembre de 2021.

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. Publicación indizada en Directorio Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal). / *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. Publication indexed in Latindex Directory (Regional Online Information System for Scientific Journals of Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal).*

## Presentación

En este segundo número de 2021 donde seguimos con la epidemia a nivel global del Coronavirus SARS-CoV-2 (llamando a la enfermedad COVID-19), mencionamos en nuestro número anterior la triste noticia de la súbita muerte del Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado, miembro fundador de nuestro Consejo Editorial y entrañable amigo. Acompañamos a su querida esposa, la Dra. María Irene Cano-Rodríguez, también fundadora de esta revista y quien es la Tesorera de nuestra Red para Análisis de la Calidad Ambiental en México, RACAM, en este difícil trance.

En el próximo mes de septiembre de 2021 se celebrará un merecido homenaje al Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado, por parte de su *Alma mater* y de la que fuera Director de la Facultad de Química y uno de los fundadores del Programa de Posgrado en Ingeniería Química. Adjuntamos el cartel alusivo al homenaje.

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO

La División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato  
hace participe a la comunidad universitaria del

**HOMENAJE PÓSTUMO**  
EN MEMORIA DEL

**Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado**

20 de septiembre | 13:00 hrs. | Evento Virtual

PLATAFORMA ZOOM: <https://uso2web.zoom.us/j/89179263489>

TRANSMISIÓN POR FACEBOOK LIVE:  
@CampusGTOUG y @ugtopiq  
[www.facebook.com/ugtopiq](http://www.facebook.com/ugtopiq)

Campus Guanajuato | División de Ciencias Naturales y Exactas

[ugto.mx/piq](http://ugto.mx/piq)

Posgrado en Ingeniería Química  
- Universidad de Guanajuato

El Dr. Aguilera fue un estudiante distinguido de nuestra Facultad de Química de la UNAM donde realizó sus estudios en la Maestría en Ingeniería Química y su tesis la hizo con el Dr. Jorge Ramírez-Solís. Abajo está su ficha académica de la Dirección General de Bibliotecas:

Sustentante	● <a href="#">Aguilera Alvarado, Alberto Florentino</a> sustentante.
Título	Un modelo de impregnación de catalizadores / tesis que para obtener el grado de Maestro en Ingeniero Químico (Procesos), presenta <b>Alberto Florentino Aguilera Alvarado</b> ; asesor Jorge Fernando Ramírez Solís
Datos de publicac.	1987
Descr. Física	1 recurso en línea (160 páginas)
Tipo de contenido	texto
Medio	computadora
Soporte	recurso en línea
Nota de tesis	● <a href="#">Maestría en Ingeniería Química (Ingeniería de Procesos) Universidad Nacional Autónoma de México, 1987 Facultad de Química</a>
Grado	● <a href="#">Maestría en Ingeniería Química (Ingeniería de Procesos)</a>
Universidad	● <a href="#">Universidad Nacional Autónoma de México,</a>
Restricciones	Acceso en línea sin restricciones
Sustentante/Asesor	● <a href="#">Ramírez Solís, Jorge Fernando, 1945-</a> , asesor.
Sec. Corporativo	Universidad Nacional Autónoma de México. institución que otorga el grado.
	Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química, entidad participante.
Recurso electrónico	 <a href="#">Texto completo.</a>
Ejemplares	1 en Biblioteca Central

Hay tantas vivencias de su vida tan plena y llena de profesionalismo, honestidad y caballerosidad que en este número estaremos presentando diferentes facetas de ella.



Alberto Florentino Aguilera-Alvarado y María Irene Cano-Rodríguez

---

Por ello, en esta presentación queremos recordarlo como amigo, como colega y como uno de los pilares de la Ingeniería Química en México.

Nuestra primera contribución de este segundo número es el tributo de la Familia Aguilera-Cano, la Dra. María Irene Cano-Rodríguez, el joven Alfredo Aguilera-Cano y la joven Alejandra Aguilera-Cano, a su esposo y padre tan querido. La segunda es de uno de sus colegas en la Universidad de Guanajuato quien leyó su semblanza en el homenaje del mes de septiembre de 2021. La tercera y subsecuentes son temas relacionados con el quehacer de los autores y dedicadas en honor al Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado.

Aquí abajo está una foto de grupo del evento académico para celebrar el XV Aniversario de la creación del Posgrado en Ingeniería Química en la Universidad de Guanajuato, tomada de su página electrónica. El evento tuvo lugar el 24 de agosto de 2015.



Filas de abajo hacia arriba:

1<sup>a</sup> fila: Un colega, **Irene Cano**, una colega

2<sup>a</sup> fila: Un colega, **Carmen Durán**, otro colega

3<sup>a</sup> fila: Tres colegas, **Alberto Aguilera**

4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> filas: Nueve colegas

---

*Descanse en paz el*

*Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado*

*y les reiteramos nuestras más sentidas condolencias a la Dra. Cano-Rodríguez y a sus dos hijos así como a todos(as) sus colegas, amigos(as), estudiantes y familiares.*

Para terminar, el uso indiscriminado de sustancias químicas como las tetraciclinas, antibióticos que se usan sin control, especialmente en China y que han alterado el equilibrio ecológico están permitiendo que virus -como el SARS-CoV-2- estén fuera de control. Ya habíamos tenido un aviso con las micotoxinas<sup>1</sup> en los años 60 del siglo veinte cuando se murieron la mitad de los guajolotes<sup>2</sup> en Inglaterra, pero no aprendimos la lección y seguimos en esa senda que puede conducirnos a la extinción del '*Homo sapiens*'. Nuestra primera contribución señala estas sendas equivocadas que los seres humanos tomamos sin meditar en las consecuencias de cambiar, supuestamente, por mejorarse: desecando cuencas lacustres, usando compuestos agroquímicos, entre muchas más sendas equivocadas en contra de nuestra casa, el planeta Tierra. En México se dice "la tercera es la vencida" y si no nos cuidamos y cuidamos a nuestro planeta, "la tercera será la vencida".

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 Micotoxinas como las aflatoxinas (*Aspergillus flavus*, micro-hongo que prolifera sobre todo en granos)

2 Guajolote es el nombre náhuatl de esta ave (*Meleagris gallopavo* L.), regalo para el mundo, bufón grande (*huey=grande, xólotl=bufón*) del diccionario póstumo de aztequismos de Don Luis Cabrera publicado por Colofón, S.A., en 2002

## Presentation

*In this second issue of 2021 where we continue with the global epidemic of the Coronavirus SARS-CoV-2 (calling the disease COVID-19), we mentioned in our previous issue the sad news of the sudden death of Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado, founding member of our Editorial Board and dear friend. We accompany his dear wife, Dr. María Irene Cano-Rodríguez, also founder of this journal and who is the Treasurer of our Network for Environmental Quality Analysis in Mexico, RACAM, in this difficult situation.*

*In the next month of September 2021, a well-deserved tribute will be held to Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado, by his Alma mater where he was the former Director of the Faculty of Chemistry and one of the founders of the Graduate Program in Chemical Engineering. We attach the allusive poster to the tribute.*

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO

La División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato  
hace partícipe a la comunidad universitaria del

**HOMENAJE PÓSTUMO**  
EN MEMORIA DEL

**Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado**

20 de septiembre | 13:00 hrs. | Evento Virtual

PLATAFORMA ZOOM: <https://uso2web.zoom.us/j/89179263489>

TRANSMISIÓN POR FACEBOOK LIVE:  
@CampusGTOUG y @ugtopiq  
[www.facebook.com/ugtopiq](http://www.facebook.com/ugtopiq)

Campus Guanajuato | División de Ciencias Naturales y Exactas

[ugto.mx/piq](http://ugto.mx/piq)

Posgrado en Ingeniería Química  
- Universidad de Guanajuato

*Dr. Aguilera was a distinguished student of our Faculty of Chemistry at UNAM where he studied to obtain the Master's Degree in Chemical Engineering and his thesis was done with Dr. Jorge Ramírez-Solis. Below is his academic record of the UNAM General Directorate of Libraries:*

Sustentante	● <a href="#">Aguilera Alvarado, Alberto Florentino</a> sustentante.
Título	Un modelo de impregnación de catalizadores / tesis que para obtener el grado de Maestro en Ingeniero Químico (Procesos), presenta <b>Alberto Florentino Aguilera Alvarado</b> ; asesor Jorge Fernando Ramirez Solis
Datos de publicac.	1987
Descr. Física	1 recurso en línea (160 páginas)
Tipo de contenido	texto
Medio	computadora
Soporte	recurso en línea
Nota de tesis	● <a href="#">Maestría en Ingeniería Química (Ingeniería de Procesos) Universidad Nacional Autónoma de México, 1987 Facultad de Química</a>
Grado	● <a href="#">Maestría en Ingeniería Química (Ingeniería de Procesos)</a>
Universidad	● <a href="#">Universidad Nacional Autónoma de México,</a>
Restricciones	Acceso en línea sin restricciones
Sustentante/Asesor	● <a href="#">Ramírez Solís, Jorge Fernando, 1945-</a> , asesor.
Sec. Corporativo	Universidad Nacional Autónoma de México. institución que otorga el grado. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química, entidad participante.
Recurso electrónico	 <a href="#">Texto completo.</a>
Ejemplares	1 en Biblioteca Central

*There are so many experiences of his life so full and full of professionalism, honesty and chivalry that in this issue we will be presenting different facets of his life.*



*Alberto Florentino Aguilera-Alvarado and María Irene Cano-Rodríguez*

---

*Therefore, in this presentation we want to remember him as a friend, as a colleague and as one of the pillars of chemical engineering in Mexico.*

*Our first contribution of this second issue is the tribute of the Aguilera-Cano Family, Mrs. Dr. María Irene Cano-Rodríguez, the young Alfredo Aguilera-Cano and the young Alejandra Aguilera-Cano, to her beloved husband and beloved father. The second is from one of his colleagues at the University of Guanajuato who read his profile in the tribute of September 2021. The third and subsequent are topics related to the work of the authors and dedicated in honor of Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado.*

*Below is a group photo of the academic event to celebrate the XV Anniversary of the creation of the Postgraduate Program in Chemical Engineering at the University of Guanajuato, taken from their website. The event took place on August 24, 2015.*



*Rows from bottom to top:*

*1st row: A colleague, **Irene Cano**, a colleague*

*2nd row: A colleague, **Carmen Durán**, another colleague*

*3rd row: Three colleagues, **Alberto Aguilera***

*4th and 5th rows: Nine colleagues*

---

---

*Rest in peace*

*Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado*

*and we reiterate our deepest condolences to Mrs. Dr. Cano-Rodríguez and her two children, as well as to all of her colleagues, friends, students, and family.*

*In this issue, again, the remaining five contributions include the social, artistic, economic, and natural sciences, as well as engineering. The second of them gives information that allows to elucidate perhaps one of the many 'whys' of this pandemic: The indiscriminate use of chemical substances such as tetracyclines, antibiotics that are used without control, especially in China and that have altered the ecological balance. They are allowing viruses - like SARS-CoV-2 - to get out of control. We had already had a warning with mycotoxins<sup>3</sup> in the 60s of the twentieth century when half of the turkeys<sup>4</sup> in England died, but we did not learn the lesson and we continue on that path that can lead to the extinction of 'Homo sapiens'. Our first contribution points out these wrong paths that human beings take without thinking about the consequences of changing, supposedly, to improve ourselves: drying lake basins, using agrochemicals, among many more wrong paths against our home, planet Earth. In Mexico they say "the third is the charm" and if we do not take care of ourselves and our planet, "the third will be the charm".*

*Welcome to this forum of fraternal and sororal networks:*

*Network for Environmental Quality Analysis in Mexico*

*and*

*International Network of Environmental Sciences*

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

## *The editor-in-chief*

---

<sup>3</sup> Mycotoxins such as **aflatoxins** (*Aspergillus flavus*, a micro-fungus that grows mainly in grains)

<sup>4</sup> These animals come from Mexico, a gift to the world, and its name is **quajolote**, the Nahuatl name of this bird (*Meleagris gallopavo* L.), meaning big jester (**huey** = big, **xólotl** = jester) from Don Luis Cabrera's posthumous dictionary of aztequismos published by Colofón, S.A., in 2002

<u>Contenido / Contents</u>	<u>Página / Page</u>
Presentación / <i>Presentation</i>	113
Fe de erratas / <i>Errata</i>	122
Semblanza del Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado / <i>Biography of Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado</i> María Irene Cano-Rodríguez, Alfredo Aguilera-Cano, Alejandra Aguilera-Cano	123
Alberto Florentino Aguilera-Alvarado (Foy) (1955-2021): El Comprometido y Apasionado Profesor Universitario, el Gran Amigo y el Gran Ser Humano / <i>Alberto Florentino Aguilera-Alvarado (Foy) (1955-2021): The Committed and Passionate University Professor, the Great Friend, and the Great Human Being</i> Jorge Armando Cervantes-Jáuregui con la colaboración de María Irene Cano-Rodríguez	135
Xochimilco: Recuperación de la eco-tecnología de las chinampas a través de la re-educación de propietarios de invernaderos, de autoridades de los tres niveles de gobierno y de consumidores de flores eliminando los productos agroquímicos / <i>Xochimilco: Recovery of the eco-technology of the chinampas through the re-education of greenhouse owners, authorities of the three levels of government, and flower consumers eliminating agrochemical products</i> María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa	147
Recuperación hidrometalúrgica de cobre a partir placas de circuitos impresos (PCI) desechadas / <i>Hydrometallurgical recovery of copper from discarded printed circuit boards (PCBs)</i> Juanita del Carmen Sánchez-González, Zeferino Gamiño-Arroyo, Fernando Israel Gómez-Castro, Beatriz Eugenia Rubio-Campos, Lorena Eugenia Sánchez-Cadena, Agustín Ramón Uribe-Ramírez	181
Universidad de la era poscovid: Reflexiones acerca de la educación emprendedora y las habilidades socio-digitales / <i>University of the postcovid era: Reflections on entrepreneurial education and socio-digital skills</i> Francisco Javier Álvarez-Torres, Ignacio René Galindo-Esquivel, Gabriela Citlalli López-Torres, Silvia Alexandra Peña-Gonzalez	193
Madurez tecnológica en los proyectos de investigación, como factor esencial para la transferencia al mercado: Caso <i>Atomic Layer Deposition</i> , Universidad de Sonora-Kinematics / <i>Technological maturity in research projects, as an essential factor for transfer to the market: Atomic Layer Deposition Case, Universidad de Sonora-Kinematics</i> Ricardo Alberto Rodríguez-Ojeda, José Ramiro Fuentes-Lara, Rafael García Gutiérrez, Paula C. Isiordia-Lachica, Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal	211
Instructivo para autores / <i>Authors instructions</i>	227

**Fe de erratas / *Errata***

Ninguna / *None*

---

**ALBERTO FLORENTINO AGUILERA ALVARADO**

---

***IN MEMORIAM***

---

**SEMBLANZA / BIOGRAPHY**

ALBERTO FLORENTINO AGUILERA-ALVARADO, a quien todos llamábamos con cariño "Foy", nació un 2 de junio de 1955 en la ciudad de Irapuato, Gto., México, siendo el segundo hijo de una numerosa familia de 11, "su equipo de futbol" como su padre Don Ramón Aguilera, gran aficionado y entrenador de equipos de futbol y su madre Doña Celia Alvarado, de carácter amable y generoso, les llamaban.



Curiosamente en lugar de interesarse por el deporte, desde su niñez demostró un gusto especial por los números y un manejo extraordinario por las matemáticas, al igual que por el idioma inglés, que tempranamente dominó en su gusto por la música y películas en ese idioma.



Estas habilidades le permitieron distinguirse durante sus estudios en la carrera de Ingeniería Química en la universidad de Guanajuato, ya que su Maestro de Cálculo Diferencial y Programación, el Ing. David Guerra Carrillo le recomendó para dar clases de Álgebra y Lógica Simbólica en la Escuela Normal Superior.

---



Estas clases, así como las que impartió en la secundaria nocturna "Fulgencio Vargas" y por la venta de chamarras con el logotipo de Ingeniería Química confeccionadas por la familia, le permitieron costear sus estudios pues la solvencia económica de su familia era muy limitada. Esto también le permitió desarrollar una habilidad como administrador, ya que de estudiante llevaba la contabilidad de una casa con numerosos compañeros, donde siempre alcanzaba para todos; en la mesa directiva de alumnos también fungió como responsable de la bolsa de trabajo y, posteriormente, estuvo coordinando el curso propedéutico. Al término de su carrera, presentó un examen de oposición para una plaza vacante en la entonces Facultad de Química, obteniendo su nombramiento como profesor de tiempo completo.

---



Pronto le nombraron Jefe del Departamento de Matemáticas y posteriormente Secretario Académico de la misma.

Para esta época contrajo matrimonio con la QFB Irene Cano Rodríguez, quien trabajaba en aquella época en el Laboratorio Regional de Salud Pública en León, Gto. Ella lo alentó y apoyó para continuar sus estudios en la Maestría de Ingeniería Química especialidad de Ingeniería de Procesos, en la UNAM, en donde dejó maestros y amistades que siempre le apreciaron y reconocieron como alumno destacado.





A su regreso de la UNAM fue invitado por el Dr. Jorge Cervantes para formar parte de un grupo de investigación en Química y Tecnología del Silicio con quienes participó siempre con gusto, entusiasmo, lealtad y dedicación hasta su muerte.

Su participación en este grupo le permitió aplicar modelos matemáticos en la parte tecnológica que fueron merecedores de numerosos alcances de vanguardia y distinciones, como el primer lugar en proyectos de investigación por el IMIQ Nacional, premiándoles como mejor proyecto con una medalla de oro, de la cual se sentían muy orgullosos.

También fue maestro de Estadística Avanzada en el naciente posgrado del CINVSTAV Campus Irapuato.

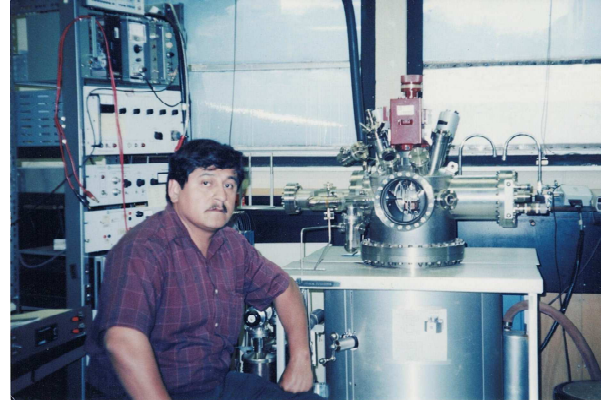
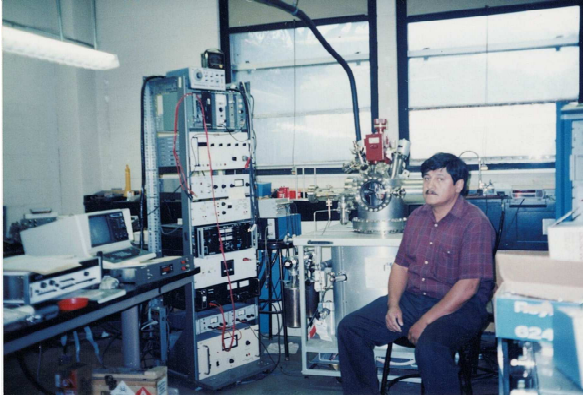


Simultáneamente impartía clases de cálculo, álgebra lineal, estadística, ecuaciones diferenciales, termodinámica, programación, diseño de reactores, etc., donde hubiera números y modelos matemáticos, ahí estaba él, con gusto, vocación y entrega desmedida, pues la enseñanza era su pasión.

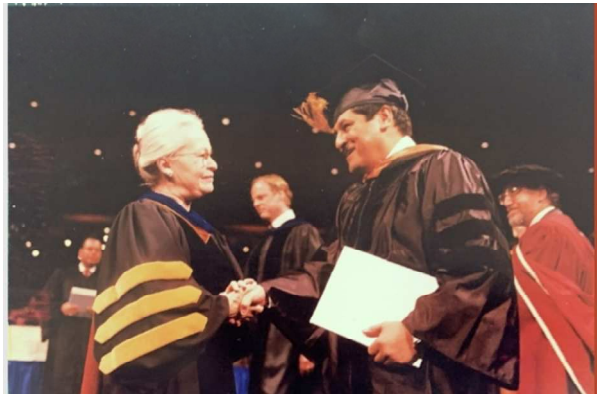
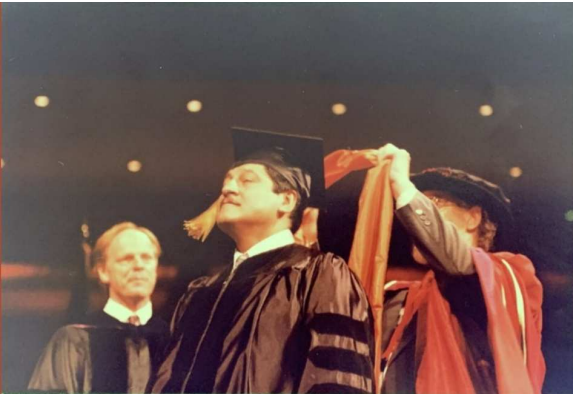


En sus enseñanzas enfatizaba en aspectos de cómo aplicar las matemáticas al concepto de la creatividad, producción de bienes y servicios, seguridad, entre otros, para lograr el desarrollo cada vez mejor del ser humano.

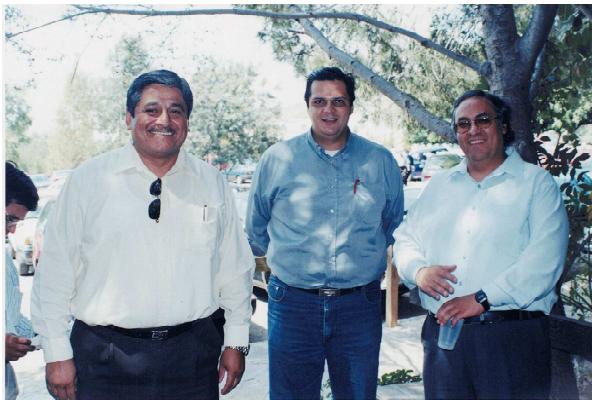
Las exigencias y necesidades académicas de la UG de ese momento, le permitieron buscar un doctorado y aprovechando la colaboración del Dr. Keith Panell de la Universidad de Texas en el Paso (UTEP) con el grupo del Silicio de la UG, aplicó y obtuvo la Beca Fullbright-García Robles-Conacyt, después de cubrir rigurosos requerimientos. En UTEP pasó en compañía de su esposa y sus dos hijos casi cinco años con experiencias culturales y académicas muy enriquecedoras, bajo la supervisión, tutoría y abrigo familiar del Dr. Panell.



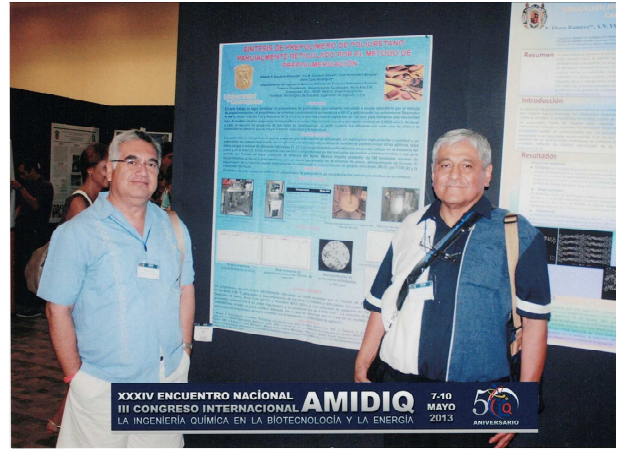
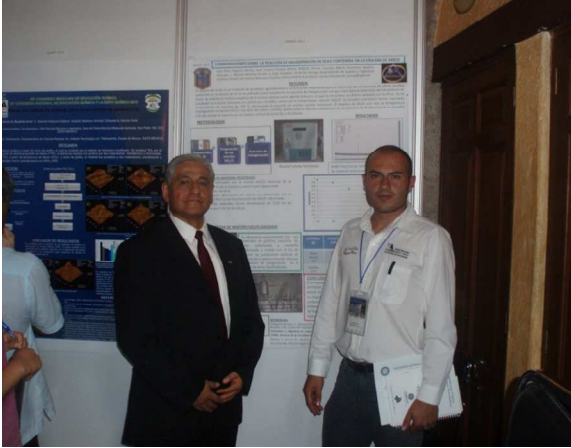
Esto le permitió obtener un reconocimiento como "Outstanding Doctoral Student" por The UTEP Graduate School.



A su regreso de los Estados Unidos, con su Ph.D. in Materials Science and Engineering, continuó participando con el grupo del Silicio y la gran familia y convivencia que se llegó a conformar en el grupo. En ese entonces participó en la convocatoria para ocupar la Dirección de la Facultad de Química, puesto que ocupó del año 2000 al 2005, así como la presidencia del IMIQ de la región León, Gto., actividades desarrolladas siempre con humildad, espíritu de servicio, transparencia y finanzas sanas. También su participación en la AMIDIQ y en otras asociaciones académicas, congresos nacionales e internacionales fue destacada, pues su capacidad de trabajo le permitió organizar diversos eventos, en donde con mucho orgullo e identidad siempre representaba a la UG. En su ánimo de que la UG pudiera ofertar posgrados en Ingeniería Química, alentó, promovió y participó con los grupos fundadores de la Maestría y Doctorado en Ingeniería Química.



También fungió como representante académico en el Consejo Universitario y Junta Directiva, entre otras numerosas y diversas comisiones.



Después de más de 43 años de servicio en la UG y tomando como reto la nueva modalidad de enseñanza a distancia, para la que se preparó y se dedicó arduamente, el 10 de marzo del año en curso se despidió "en línea" de sus alumnos de licenciatura y posgrado, para someterse a análisis y tratamientos ya que un cáncer silencioso y agresivo había invadido su esófago y le impedía ingerir alimentos, prometiéndoles regresar para un examen final.



Con el Dr. Mario Molina, siempre atento a la calidad académica y siempre dispuesto a trabajar por el beneficio académico de todos



No logró cumplir con sus estudiantes para realizar el examen final pues el 28 de abril del año en curso se despidió un gran maestro, colega y amigo, esposo y padre ejemplar, admirador del Cosmos, del arte y de las nuevas tecnologías, gran conversador de diversos temas que le gustaba cultivar y constantemente aprender, con especial gusto por la música e interpretación de Ennio Morricone<sup>5</sup> y Enya de Irlanda (*"de voz angelical que en los noventa se convirtió en celebridad mundial con hits de 'celtic-new age'"*, palabras de Emilio Contreras), que disfrutaba escuchando; así como con las caminatas hacia los Gigantes que constantemente practicaba con entrañables colegas y amigos.



Caminatas y visitas a museos y exposiciones

<sup>5</sup> **Ennio Morricone** ([Roma](#), [10 de noviembre](#) de [1928-ib.](#), [6 de julio](#) de [2020](#))<sup>1</sup> fue un [compositor](#) y [director de orquesta italiano](#) conocido por haber compuesto la [banda sonora](#) de más de quinientas [películas](#) y [series de televisión](#). Recibió un [Óscar honorífico](#) en 2006 y ganó el [Óscar a la mejor banda sonora](#) en 2016 por la cinta [The Hateful Eight](#). En 2020 le fue otorgado el [Premio Princesa de Asturias de las Artes](#), compartido con el también compositor [John Williams](#) ([https://es.wikipedia.org/wiki/Ennio\\_Morricone](https://es.wikipedia.org/wiki/Ennio_Morricone), 2021)





Enfrentando estoicamente su destino, cuando el médico oncólogo le explicó que nada se podía ni había que hacer y preguntándole si entendía lo que significaba, Foy le respondió "Doctor, conozco de Cinética y sé en qué fase se encuentra la cinética de mi vida".

---

Descansa en Paz Foy donde quiera que estés y siéntete orgulloso porque trasciendes en Alejandra y Alfredo, tus hijos que lograste formar como personas generosas, gentiles, trabajadoras, críticas, libres pensadores, viajeras incansables, ávidas de conocimientos y agradecidas eternamente por el don de vida y ejemplo que les lograste infundir; así como en tus numerosos estudiantes en quienes también lograste infundir una conducta ética, un espíritu de servicio y agradecimiento para con la sociedad, a quien tanto se le debe en su formación.

Sigue aprendiendo, enseñando y conviviendo en el cielo, con la venia de Dios, con los familiares, amigos, compadres y colegas que se han adelantado.

---

Siempre te recordaremos. Viaja por el Cosmos. Vuela como el viento.

---

... HASTA SIEMPRE.

---

Con amor  
Familia Aguilera Cano  
Septiembre 2021

---



Homenaje Póstumo en memoria del Dr. Alberto Florentino Aguilera Alv...

**Alejandra Aguilera Cano**



**Irene y Alberto**



---

---

**Alberto Florentino Aguilera-Alvarado (Foy)**  
**(2 de junio de 1955-28 de abril de 2021)**

**El Comprometido y Apasionado Profesor Universitario, el Gran Amigo y el  
Gran Ser Humano**

***The Committed and Passionate University Professor, the Great Friend and  
the Great Human Being***

**Jorge Armando Cervantes-Jáuregui**

con la colaboración de

**María Irene Cano-Rodríguez**

**Universidad de Guanajuato, México**

El día doce de marzo pasado, recibí un correo electrónico urgente de dos estudiantes de quienes fui tutor académico, en el que me pedían les autorizara su baja de la materia de ingeniería de reactores, en virtud de que su profesor, se había despedido de ellos "en línea" pues solicitaba licencia en virtud de requerir atenderse médicamente, pero prometiendo volver, aún y cuando, como lo intuimos quienes le conocimos, el haber tomado esa decisión fue por encontrarse al límite de sus fuerzas. Los estudiantes por consecuencia requerían dar de alta la materia con un profesor sustituto. Me alarmé de inmediato y les pregunté si su profesor era el Dr. Alberto Aguilera, lo que respondieron afirmativamente. Dada la gran cercanía en el trabajo y sobre todo la gran amistad que nos ha unido, con toda la confianza, me comuniqué telefónicamente con él y me confió de un problema serio de salud que se había agravado en los últimos meses y que a partir de los resultados de unos delicados estudios a los que debía someterse, había decidido solicitar licencia a los cursos que impartía en licenciatura y posgrado de ingeniería química. Recibí un fuerte impacto, pues en esa charla de manera rápida, rememoró con nostalgia, pero con firmeza, muchas vivencias que tuvimos oportunidad de compartir y, desde ese momento, tal vez empezó a estar consciente de que su tiempo se acortaba. Su esposa la Dra. Irene me compartió que "enfrentando estoicamente su destino, cuando el médico oncólogo le explicó que nada se podía ni había que hacer y preguntándole si entendía lo que significaba, Foy le respondió 'Doctor, conozco de cinética y sé en qué fase se encuentra la cinética de mi vida' ... "



Homenaje Póstumo en memoria del Dr. Alberto Florentino Aguilera Alv...

---

Un mes y 16 días después, el 28 de abril, de esa que fue nuestra última plática, pues las comunicaciones posteriores se tuvieron a través de su esposa la Dra. Irene Cano, Alberto "Foy" ya no estaba entre nosotros.

Con gran respeto, afecto y gratitud, he dedicado esta semblanza a Alberto Florentino Aguilera Alvarado (Foy); el Comprometido y Apasionado Profesor Universitario, el Gran Amigo y el Gran Ser Humano.

Complementando lo señalado por su querida familia, diré que sus estudios de educación básica los desarrolló en la Escuela Aguiluchos de Chapultepec (primaria) y en el colegio Pedro Martínez Vázquez (secundaria) y la preparatoria en la Preparatoria Oficial de Irapuato para posteriormente ingresar a la licenciatura en ingeniería química en la entonces Facultad de Química, de nuestra UG, siendo integrante de la generación 73-77.



En el año de 1973, el país se encontraba viviendo muchos resabios del movimiento estudiantil de 1968, del que en este año 2021 se ha conmemorado el 53 aniversario. El presidente de la República, Luis Echeverría Álvarez. La ciudad de Guanajuato con no más de 40,000 habitantes. Eran los inicios del Festival Internacional Cervantino (FIC). El CONACYT tenía pocos años de establecido. No había SNI, ni internet, ni sistemas de cómputo a la mano de profesores o de estudiantes. En la Universidad de Guanajuato, con una población estudiantil rondando los 8,000 estudiantes no estaban establecidas las relaciones laborales como ahora, habiendo ya inquietudes al respecto. No existían las categorías académicas. No era autónoma. Toda el área de la química se encontraba ocupando espacios en el edificio central de la UG, incluyendo a los centros de investigación precursores de lo que luego fueron el Instituto de Investigaciones Científicas (IIC) y el Centro de Investigación en Química Inorgánica (CIQI) fundados por los hermanos López Martín del Campo (Ingenieros Wenceslao y Armando). La entonces Facultad de Ciencias Químicas se abocaba exclusivamente a actividades de docencia. No existían grupos de investigación. Precisamente en el año de 1973, fue que se instituyó el primer posgrado de la Universidad de Guanajuato, la maestría en Química Inorgánica en la Facultad de Química, de gran impacto en la formación de profesores y de la investigación y punta de lanza para la creación de otros posgrados en la institución.

Al grupo de Alberto, le tocó ser de los primeros que se establecieron en las nuevas instalaciones de la Facultad en Noria Alta y vivir en el año en que concluían sus estudios, 1977, el conflicto universitario

derivado del intento de formación del primer sindicato universitario en la UG, el Sindicato Independiente de Trabajadores Universitarios (SITUG), movimiento que derivó en el despido de varios universitarios, participantes en el conflicto. Finalmente, hubo de darse el reconocimiento a las relaciones gremiales en la institución y en otras del país por mandato constitucional. Esta época, sin duda alguna fue un parteaguas institucional y que nos dejó marcados a muchos universitarios de nuestra generación.

De entre sus compañeros de generación de estudios licenciatura, efectuados precisamente en las entonces nacientes nuevas instalaciones en Noria Alta, se recuerda a Ernesto Camarena, quién fuera rector del campus Irapuato-Salamanca de la UG, fallecido en el año 2020. Alberto y Ernesto cultivaron una gran amistad durante sus vidas.



Foto a la izquierda superior: Pendón usado en la ceremonia del Homenaje. Foto a la derecha superior: La generación 73-77 de ingenieros químicos de la Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato (Foy penúltimo de pie en el extremo derecho). Foto abajo: Una convivencia deportiva entre colegas de la Facultad de Química (Foy el segundo hincado en el extremo izquierdo)



Sus habilidades y gusto por las matemáticas lo distinguieron durante sus estudios en la licenciatura en Ingeniería Química, y fueron evidentes para su maestro de cálculo diferencial y programación, el Ing. David Guerra Carrillo, quién lo recomendó para dar clases de álgebra y lógica simbólica en la Escuela Normal Superior.

La experiencia docente adquirida durante la licenciatura fue vital, ya que, al concluirla, presentó un examen de oposición por una plaza vacante de tiempo completo, misma que ganó para ser, durante poco más de 43 años profesor en la Universidad de Guanajuato. En ese año, 1978, era director el Ingeniero David Guerra, quién le asignó la jefatura del departamento de matemáticas y más tarde, la secretaría académica, siendo éstos sus primeros cargos de responsabilidad académica de entre muchos que ocupó y que desempeñó siempre con probidad, entrega, humildad y compromiso total a la causa universitaria.

Al retornar de sus estudios de maestría en ingeniería química en la UNAM en la Ciudad de México y habiendo tenido pláticas previas con el maestro en ciencias Jorge Cervantes Jáuregui, coincidieron en el interés de formar un grupo de investigación, denominado originalmente "de investigación en química de silicio y minerales", y posteriormente lo que es el actual cuerpo académico de química y tecnología de silicio. Este grupo de investigación, en esa época, fue el primero que se estableció en la Facultad de Química en la que, para entonces, se había instituido el Instituto de Investigaciones en Biología Experimental. Jorge Cervantes había ingresado a la Facultad de Química como profesor en mayo de 1980.

Con el grupo, participó siempre con gusto, entusiasmo, lealtad y dedicación hasta su muerte, participando tanto en desarrollos experimentales a nivel de laboratorio, como a nivel planta piloto y, a la vez, aplicar modelos matemáticos en la parte tecnológica y así plantear y resolver problemas complejos empleando herramientas matemáticas y sistemas computacionales para modelar sistemas complejos de reacciones químicas.



**Integrantes del proyecto Conacyt dirigido a la construcción de plantas piloto para la producción de clorosilanos**

La realización de varios proyectos, considerados en el CONACYT como estratégicos, llevaron a que muy importante número de estudiantes realizaran sus tesis de licenciatura y posgrado en los temas relacionados con compuestos clorados de silicio, silicio policristalino y otros temas, fortaleciendo al grupo de investigación, que con el paso de los años, ha representado que poco más de 100 estudiantes hayan optado por grados de licenciatura, maestría o doctorado.



**Ceremonia de inauguración de las plantas piloto para la producción de clorosilanos ante autoridades del Conacyt, del gobierno del estado de Guanajuato y de la Universidad de Guanajuato**

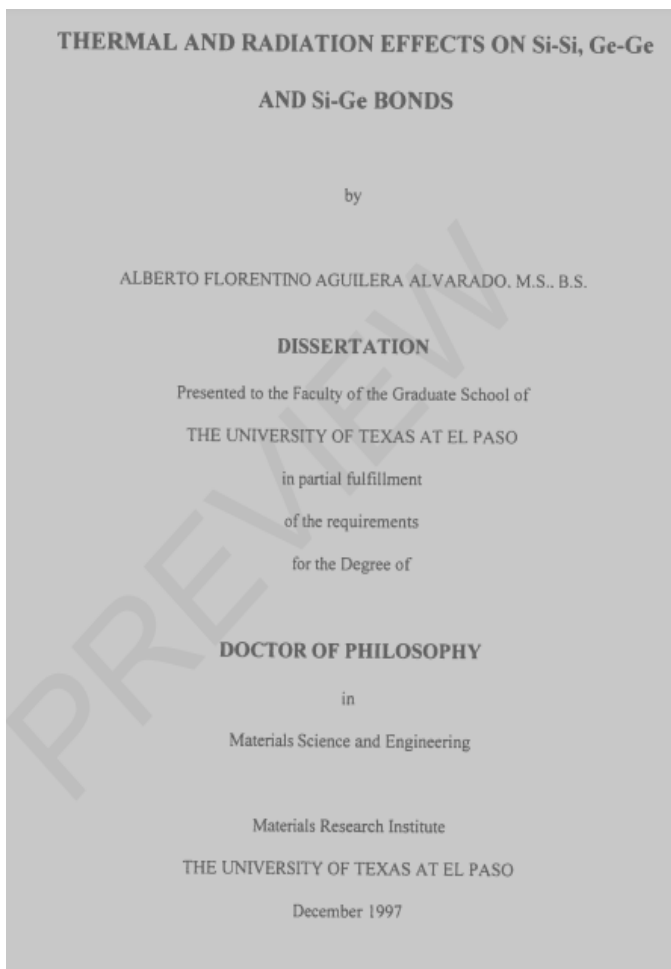
La necesaria relación académica con personalidades de otros grupos de investigación llevó al grupo a establecer enlaces de trascendencia invaluable, como lo ha sido con los Dres. Keith H. Pannell de la Universidad de Texas en El Paso, UT-El Paso, así como con Kenrick Lewis (Momentive inc.) en los aspectos químicos y tecnológicos.



**Participantes en la conferencia bianual "Silicio para la industria Química y Solar". Geiranger, Noruega**

Con el Dr. Pannell en El Paso, Texas, con la renombrada beca Fulbright/García Robles/CONACYT realizó sus estudios doctorales. El título de su tesis doctoral fue *Thermal and radiation effects on Si-Si, Ge-Ge and Si-Ge bonds*. El artículo intitulado "*Electron irradiation effects on digermane adsorbed on Si (100) surfaces*" fue uno de los productos de esta fructífera estancia en la UTEP, con J. Campbell, J.

Lozano, A. Aguilera, J.H. Craig y K. Pannell, como autores, publicado el 1º de marzo de 1997 en la revista *Applied Surface Science*, volumen 108, número 3, páginas 307-415. Con todo orgullo, su gran maestro y amigo, nuestro querido y recordado Dr. Henry Stephens Selles decía: "Foy es un "Fulbrigh", por la beca que obtuvo para realizar su doctorado.



Por cierto, de su estancia en El Paso y con la fotografía que aquí vemos, hizo recordar que, en una ocasión durante su doctorado, yo visité la Universidad y al regreso, me acompañó al aeropuerto. En un hotel del centro de El Paso, se reservaba espacio en un vehículo para el traslado. Nos subimos y éramos los únicos pasajeros. El chofer revisó la lista "¿Alberto Aguilera?, preguntó", "a sus órdenes dijo Foy", "caray" dijo el chofer, "pensé que iba a tener el gusto de llevar a Juan Gabriel al aeropuerto". El nombre de pila de Juan Gabriel era el mismo que el de Alberto. A su regreso de los EE.UU., con su Ph.D. continuó participando con el grupo del silicio y la gran familia y convivencia que se llegó a conformar.



Fuente: <https://www.proquest.com/docview/304411257>

Compartimos un buen número de viajes a diferentes lugares de otros países con motivo de eventos académicos relacionados con nuestro tema central de investigación, el silicio. Inolvidables fueron en los que participamos en Noruega, un evento bianual con una orientación más industrial que académica, denominado "Silicio para la industria química y solar". En dichos congresos, pudimos conocer a grandes personalidades del área científica y tecnológica de nuestro campo, por ejemplo, al Dr. Eugene Rochow, que, durante la segunda guerra mundial, descubrió una reacción química cuyo impacto tecnológico y económico sigue vigente hasta nuestros días en el área de materiales de silicio de alta tecnología.

Alberto, interesado siempre en observar la inmensidad del cosmos tuvo un recuerdo imborrable cuando participamos en uno de estos eventos, celebrado en la ciudad de Tromso, Noruega, ubicada en el Círculo Polar Ártico.

Fue en la temporada del "Sol de Medianoche". Una de esas "noches", por la ubicación del sitio en el planeta, fuimos a la media "noche" a un sitio donde se dominaba la puesta del sol. Pudimos observar la caída del astro rey y, por muy pocos minutos, la impresionante vista de la estrella polar en el cenit.

Unos minutos más tarde, el sol despuntó y la breve noche concluyó y la estrella polar desapareció del firmamento.



Visita a la llamada "Catedral del Ártico" en Tromsø, Noruega durante el evento "Silicio para la Industria Química y Solar"



Foy en Tromsø, Noruega. Fotografía tomada a las 2 a.m. en temporada del sol de medianoche



Tomas fotográficas del "Sol de Medianoche". Tromsø, Noruega



Escultura erigida en Tromsø, Noruega, en honor a Roald Amundsen, explorador noruego de las regiones polares. Conquistador del polo sur



Excursión al glaciar de Brikdalsbreen, en Stryn, Noruega

Las relaciones con la comunidad internacional nos permitieron organizar en Guanajuato, con el apoyo de muchos colegas, estudiantes y diversas instituciones e industrias, el XIII Simposio Internacional de la Química Orgánica del Silicio en agosto de 2002, evento trianual reconocido como el de mayor relevancia en este tema a nivel internacional y que reunió a investigadores de 35 países relacionados con el silicio. Por cierto que, en la ceremonia de clausura, se nos ocurrió iniciar lo que ahora es una

tradición en dicho simposio. Consistió en una "entrega de estafeta" al organizador del siguiente evento: Entregarle esa noche, un trozo de silicio. A la fecha, luego de 19 años, ese trozo que partió de Guanajuato en 2002 fue a Alemania, luego a Corea del Sur, enseguida a Canadá, retornó a Alemania, luego a China, a Francia y debe ahora estar ya en manos de los organizadores del próximo a efectuarse en 2024 en Hiroshima, Japón.



Homenaje Póstumo en memoria del Dr. Alberto Florentino Aguilera Alv...  
**Ceremonia de clausura del XIII Organosilicon Symposium (2002), ciudad de Guanajuato**

Además de su dedicación al campo de la química y tecnología de silicio, abordó muchos otros temas en donde su preparación académica e intelectual le abrió diferentes horizontes.

Sus inquietudes académicas fueron múltiples en todas las funciones sustantivas que desempeña un profesor universitario, así como en la necesaria reflexión y discusión. Destaca un valioso foro de evaluación de la Facultad de Química, donde participó con importantes iniciativas.

Su participación en la vida universitaria fue de una intensidad difícil de describir al recorrer prácticamente todas y cada una de las instancias, órganos colegiados, comisiones evaluadoras, resolutoras, revisoras, de planeación, consejos técnicos, Academias, comités de toda índole, tanto al interior, primero en la Facultad de Química y en la actual División de Ciencias Naturales y Exactas. Recorrió las jefaturas de departamento asociadas con su especialidad, con gran orgullo, como se indicó, fue el penúltimo director de la inolvidable época académica de la Facultad de Química de nuestra Universidad de Guanajuato en el periodo 2001 a 2005 y también como representante académico en el Consejo Universitario y la Junta Directiva, entre otras numerosas comisiones. Como ya se indicó, con entrega total a la causa universitaria.



Multitud de veces sus días de trabajo se alargaron pues su capacidad de trabajo era bárbara. A Alberto Foy, se le debe recordar sobre todo por su compromiso y pasión en su labor como maestro de múltiples generaciones de estudiantes tanto de licenciatura como de posgrado, guiando a muchos de ellos a la obtención de distinciones en múltiples eventos académicos en representación de la Universidad de Guanajuato.

De carácter extrovertido, generoso, alegre, afable, dinámico y siempre al pendiente de los avances tecnológicos para innovar sus métodos de enseñanza, a fin de estar a la altura de las circunstancias y de las rápidas transformaciones que impactan la vida universitaria y, desde luego, la formación

académica del estudiantado, expresaba con frecuencia sus preocupaciones por la mejora de la calidad académica de la institución, por lo que trabajó y dejó en su caminar académico, múltiples propuestas y mejoras en los planes y programas académicos. Y, precisamente en su ánimo de que la UG pudiera contar con posgrados en Ingeniería Química, alentó, promovió y participó con ahínco y empeño sin medida con los grupos fundadores de la Maestría y Doctorado en Ingeniería Química.



Su mente brillante le daba la pauta para participar en cualquier tema polémico, con participaciones basadas en su amplia cultura y, con ello, se dieron inolvidables y largas pláticas y discusiones en el pasillo, en el cubículo con sus colegas, así como en las sesiones de seminarios de avance de los estudiantes. En esos últimos, su capacidad de reflexión y más que un duro e implacable revisor o crítico, su mano era la guía que buscaba llegar a la crítica constructiva y propositiva, ganando el aprecio y respeto de múltiples generaciones de estudiantes de licenciatura y posgrado.

Y algo igualmente inolvidable, las múltiples excursiones a diferentes sitios, cerros y montañas del entorno guanajuatense, de las que quedan recuerdos imborrables, siendo de sus predilectas, la ascensión a los cerros de Los Gigantes y así mismo, la convivencia franca y generosa con alumnos y compañeros de trabajo.



**Esposo amoroso y padre cariñoso y comprensivo, amigo amable y generoso, universitario en toda la extensión de la palabra, Foy sembró muchas y grandes amistades y dejó infinidad de afectos en el ámbito académico de distintas instituciones académicas, donde muchos alumnas, alumnos, amigos y colegas, se conmueven por tu partida.**





---

**Y nosotros, te vamos a extrañar, pero tu recuerdo perdurará, pues siempre hay que tener presente que "solamente mueren los olvidados".**

En lo personal, con gratitud por tu amistad leal, respetuosa y comprensiva y que tuve la fortuna de contar con ella en mi vida universitaria y personal. **Gracias por todo querido Foy.**

**Descansa en Paz Foy donde quiera que estés enseñando y conviviendo en el cielo con los familiares, amigos y colegas que se nos han adelantado.**



***Por Jorge Armando Cervantes-Jáuregui, agradeciendo la muy apreciada y generosa colaboración de la Dra. Irene Cano-Rodríguez, esposa de Alberto para la elaboración de esta semblanza***



## **Xochimilco<sup>6</sup>: Recuperación de la eco-tecnología de las chinampas<sup>7</sup> a través de la re-educación de propietarios de invernaderos, de autoridades de los tres niveles de gobierno y de consumidores de flores eliminando los productos agroquímicos**

***Xochimilco<sup>6</sup>: Recovery of the eco-technology of the chinampas<sup>7</sup> through the re-education of greenhouse owners, authorities of the three levels of government and flower consumers eliminating agrochemical products***

**María-del-Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa\***

Con el valioso apoyo de

**Viridiana Aguirre-López, José Manuel Barrera-Andrade, Marisela Bernal-González, Arany del Carmen Borja-Urzola, Mario Casarrubias-García, José Chávez-Espinosa, Israel Correa-Castellanos, Beatriz Espinosa-Aquino, Rolando Salvador García-Gómez, Federico Alfredo García-Jiménez, Víctor Jesús García-Luna, José Eduardo González-García, Elías Granados-Hernández, Citlaly Marisol Hernández-Arriaga, José Guadalupe Hernández-Hernández, Xicoténcatl López-Andrade, Miguel Ángel Maciel-Luna, Adriana Guadalupe Mejía-Chávez, Salvador Alejandro Sánchez-Tovar, Genovevo Silva-Pichardo, Julio Alberto Solís-Fuentes**

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*): mcduran@quimica.unam.mx

\*Autora a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Junio 10, 2021

Aceptado: Junio 30, 2021

### **Resumen**

En esta investigación se estudió el caso de la alcaldía de Xochimilco, una de las 16 entidades políticas de la Ciudad de México que cuenta con una extensión territorial de 122 km<sup>2</sup>. Su producción de alimentos y flores se daba mediante la producción de chinampas, una ecotecnología que permite producir varias cosechas al año de alimentos ya que muchas de las flores son comestibles. Se sabe que los alimentos ricos en proteínas provenían de aves y peces que proliferaban en los lagos, los cuales fueron separados para evitar que las aguas salobres se mezclaran con las dulces con ingeniería también ecológica. Desafortunadamente, al llegar los españoles todas estas ecotecnologías desaparecieron y el objetivo de este artículo es justamente alertar a nuestras autoridades de los tres niveles de gobierno de poner un alto al ecocidio que ya va a cumplir 500 años el próximo mes de agosto. Xochimilco ha sido dividido por los investigadores que han estudiado extensamente esta zona, que es Patrimonio Cultural de la Humanidad, Sitio Ramsar y Área Natural Protegida, considerando estas áreas. Los propietarios de los invernaderos de Xochimilco y las demarcaciones aledañas emplean el sistema de monocultivos estacionales como el campasúchil para noviembre y la nochebuena para diciembre y, para ello, emplean productos agroquímicos. Por ello, en las

6 Xochimilco: Palabra de origen náhuatl que significa lugar donde se cultivan las flores. De *xóchitl*, flor; *milli*, cultivo, sementera; *co*, desinencia de lugar / *Xochimilco*: *Word of Nahuatl origin that means place where flowers are grown. From xóchitl, flower; milli, cultivation, sowing; co, ending of place* (Cabrera, 2002)

7 Chinampa: Palabra de origen náhuatl, de *chinámitl*, que significa entramado de ramas o cañas y *pan*, encima de. Terreno de corta extensión en los lagos del Valle de México, donde se cultivan legumbres y flores / *Chinampa*: *Word of Nahuatl origin, from chinámitl, which means a network of branches or reeds and pan, on top of. Short land in the lakes of the Valley of Mexico, where vegetables and flowers are grown* (Cabrera, 2002)

investigaciones realizadas para evaluar el efecto de los productos agroquímicos usados en el área donde están ubicados los viveros de flores que ya no siguen el sistema chinampero se muestrearon estas áreas para conocer la posible presencia de la atrazina, un herbicida que se descompone en otros compuestos químicos que son más dañinos que el compuesto original, como ejemplo de esta "nueva forma" de cultivar. Desafortunadamente, se encontraron dos de los productos derivados de este herbicida incluso en la zona chinampera orgánica. Esto planteó una estrategia dividida en tres etapas para contender de forma inmediata, a la toma de posesión de las nuevas autoridades locales, no solamente de la Alcaldía Xochimilco sino de las dos vecinas Tláhuac y Milpa Alta. Estas incluyen considerar los cambios que deben hacerse en el uso del agua, del suelo, de la flora y de la fauna de la zona conformada por ellas. Para ello, deben plantear la realización de cambios drásticos como limitar el uso de vehículos automotores incentivando el uso de trajineras por parte de todos los habitantes de lo que todavía es zona lacustre siguiendo el modelo de Venecia. Esto dará más empleos a quienes deseen poseer trajineras en vez de vehículos automotores. Si esto se realiza con el consenso de todos y todas, pueblos originarios y nuevos vecinos que han adquirido terrenos allí para vivir cerca de la metrópolis podrá revertirse el daño causado durante 500 años.

**Palabras clave:** Xochimilco, chinampas, productos agroquímicos, eco-tecnologías, tres niveles de gobierno

#### **Abstract**

*In this research, the case of Xochimilco was studied, one of the 16 political entities of Mexico City that has a land area of 122 km<sup>2</sup>. Its traditional production of food and flowers was done through the use of chinampas, an ecotechnology that allowed to obtain several crops a year of food since many of the flowers are edible. It is known that the foods rich in proteins came from birds and fish that proliferated in the lakes, which were separated to prevent the brackish waters from mixing with the fresh ones with ecological engineering. Unfortunately, when the Spaniards arrived, all these eco-technologies disappeared and the objective of this article is precisely to alert our authorities at the three levels of government to put a stop to ecocide that will be 500 years old next August. Xochimilco has been divided by researchers who have extensively studied this area, which is a Cultural Heritage of Humanity, a Ramsar Site and a Protected Natural Area, considering these areas. The owners of the greenhouses in Xochimilco and the neighboring districts use the seasonal monoculture system such as marigolds for November and Christmas Eve flowers for December and, for this, they use agrochemical products. Therefore, in the investigations carried out to evaluate the effect of the agrochemicals used in the area where the flower nurseries that no longer follow the 'Chinampa' system are located, these areas were sampled to determine the possible presence of atrazine, a herbicide that when decomposes it breaks down into other chemical compounds that are more harmful than the original compound, as an example of this "new way" of farming. Unfortunately, two of the products derived from this herbicide were found even in the organic 'chinampera' zone. This paper proposed a strategy divided into three stages to be immediately proposed after the new local authorities take power, not only of the Mayor's Office of Xochimilco but also of the two neighboring ones Tláhuac and Milpa Alta. This strategy includes considering the changes that must be made in the use of water, soil, flora and fauna of the area formed by the three parts. To do this, they must propose drastic changes such as limiting the use of motor vehicles in the cultivation areas irrespective of the method followed, mono or polycultivation, by encouraging the use of 'trajineras' by all the inhabitants of what is still a lake area following the model of Venice. This will give more jobs to those who wish to own 'trajineras' instead of motor vehicles. If this is done with the consensus of all, original people and new neighbors who have acquired land there to live near the metropolis, the damage caused during 500 years can be reversed.*

**Keywords:** Xochimilco, 'chinampas', agrochemicals, eco-technology, three governmental levels

## **INTRODUCCIÓN**

Desde la globalización de nuestro planeta cuando, finalmente, los europeos se tropezaron de manera masiva con el continente americano gracias al empeño de Cristóbal Colón (reconocido por un país, Colombia, así como por un estado, el Distrito de Columbia en los Estados Unidos), México ha brindado muchas cosas al mundo. Una de ellas es la ecotecnología de las chinampas, desarrollada aprovechando la orografía del lugar, una cuenca lacustre (Figuras 1 a 4).

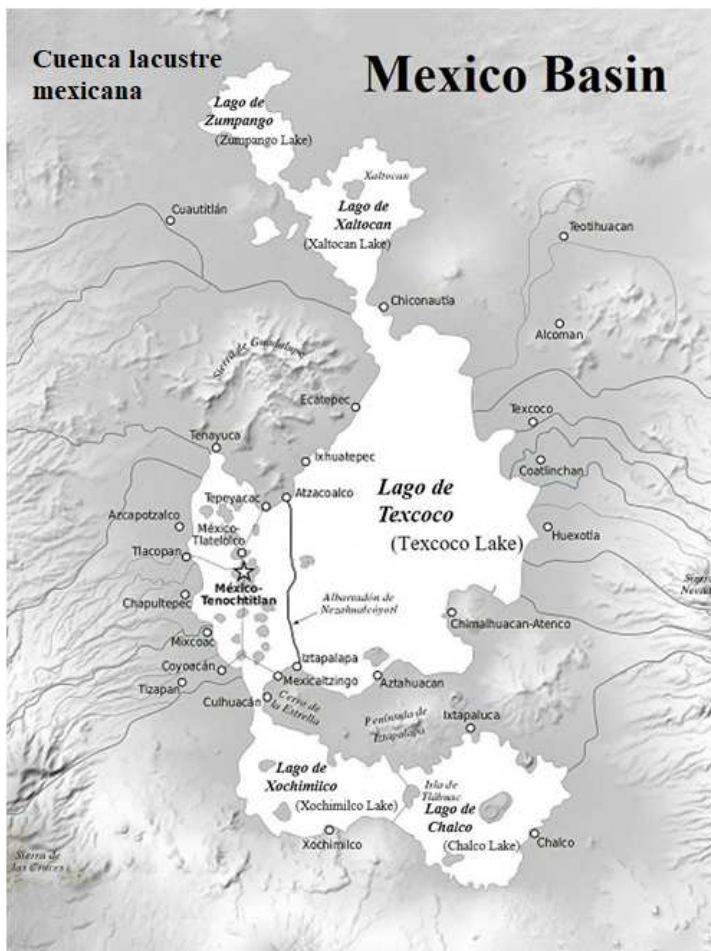
El lugar que ahora le da el nombre a este país, Mexico<sup>8</sup> o México (aunque su nombre oficial es Estados Unidos Mexicanos) es justamente esa cuenca que ha desaparecido prácticamente para dar paso a una de las megalópolis más grandes del mundo (Molina y Molina, 2002). Se le conocía también como Mexico-Tenochtitlan o México-Tenochtitlán. Esta última palabra, menciona Don Luis Cabrera, es para la "ciudad principal y cabecera del imperio azteca, que se supone fundada por *Tenoch*, caudillo de los aztecas, quien tomó su nombre de *Tenochtitlán*, y no viceversa como se cree. Etimología:

<sup>8</sup> Mexico o México, palabra de origen náhuatl viene de *Mexictli* (nombre del Dios mexica *Huitzilopochtli*), lugar del dios del ombligo del maguey: de *metl* = maguey, *xictli* = ombligo y *co* = lugar, aunque señala Cabrera (2002) que hay más de 20 etimologías para este topónimo / Mexico, a word of Nahuatl origin comes from *Mexictli* (name of the Mexica god *Huitzilopochtli*), the place of the god within the navel of maguey: from *metl* = maguey and *xictli* = navel, and *co* = place, although Cabrera (2002) points out that there are more than 20 etymologies for this place name

Lugar de tunas silvestres; de *tenochtli*, tuna silvestre, de *tetl*, cosa dura (como piedra) o silvestre y *nochtli* = tuna, con la partícula abundancial, *tlar'* (Cabrera, 2002).



**Figura 1.** Cuna de las chinampas: Xochimilco (García-Luna et al., 2018)



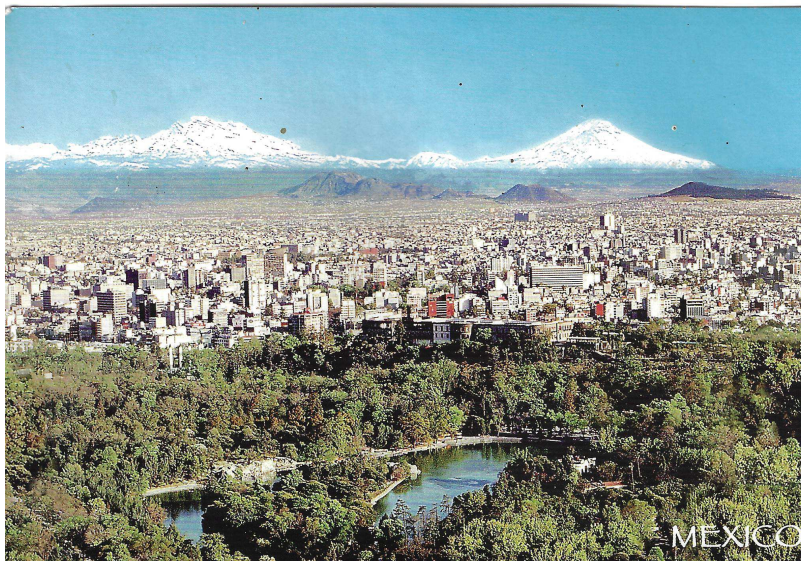
**Figura 2.** Cuenca lacustre mexicana antes de la llegada de los españoles (Modificada de García-Luna et al., 2018)

La cuenca lacustre recibía aportes de numerosos ríos y manantiales por lo que los habitantes de la zona vivían en tierra firme y aprovechaban los recursos naturales proporcionados por estos cuerpos de agua dulce. Al llegar los aztecas y dominar la zona a inicios del siglo XIV la población que se estima vivía en lo que ahora es la megalópolis (Figura 2) era de 10 millones, que es más o menos la mitad de la que ahora habita, ya que la ciudad de México, según el censo de 2020 tiene 9,209,944 habitantes. Esto era posible gracias al uso ecológico de la zona y el cuidado estricto que se tenía de los recursos y del manejo de los residuos producidos, los cuales eran acopiados y reaprovechados (Díaz del Castillo, 1568) [Anexo 1].

Su producción de alimentos y flores se daba mediante la producción de chinampas, una ecotecnología que permite producir varias cosechas al año de alimentos ya que muchas de las flores son comestibles. Se sabe que los alimentos ricos en proteínas provenían de aves y peces que proliferaban en los lagos, los cuales fueron separados para evitar que las aguas salobres se mezclaran con las dulces con ingeniería también ecológica. Desafortunadamente, al llegar los españoles todas estas ecotecnologías desaparecieron y el objetivo de este artículo es justamente alertar a nuestras autoridades de los tres niveles de gobierno de poner un alto al ecicidio que ya va a cumplir 500 años el próximo mes de agosto.

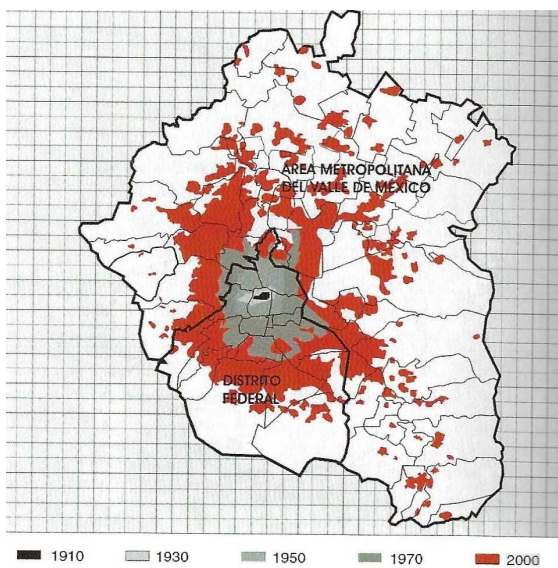


**Figura 3a.** Tarjeta postal (Fotografía de Adriana Barri Rosas): "Antigua Tenochtitlán. En 1325 D.C. se empezó a poblar el islote por los aztecas. Se construyó como primer paso un centro ceremonial y, posteriormente, palacios, calzadas y edificios administrativos. La ciudad indígena fue destruida por los españoles en 1521" (como hicieron en España con los palacios y la cultura árabes)



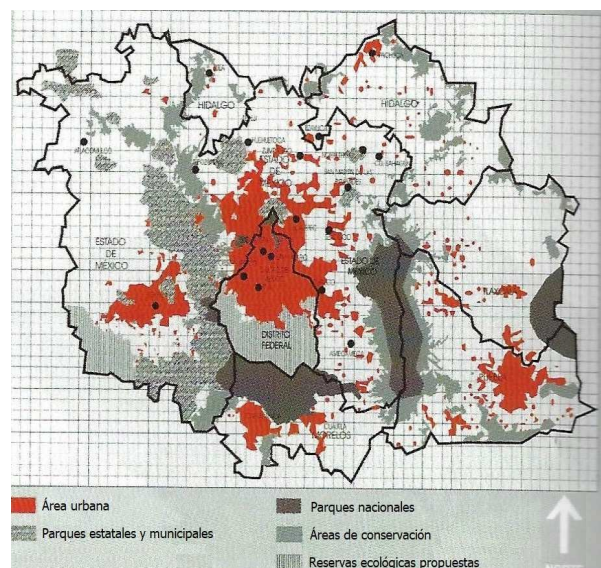
**Figura 3b.** Tarjeta postal (Fotografía por A&S Photo/Graphics Sófocles Hernández Tel. 55 55642425): "Ciudad de México. La más grande del mundo. Se fundó sobre los restos de la ciudad prehispánica de México Tenochtitlan, en el año 1325 por los aztecas y fue conquistada por los españoles" (y sus aliados indígenas, tlaxcaltecas principalmente, quienes no ganaron nada porque el nuevo conquistador resultó peor que el predominio azteca) "en 1521"

Es importante señalar que en esta zona se inició un ecocidio que cumplirá 500 el próximo mes de agosto de 2021. Los ríos que llegaban a esta zona que permitían que los lagos no bajaran su nivel (Figura 2) han sido entubados y usados como alcantarillas supuestamente para "evitar las inundaciones". Desde la época porfirista se está sacando el agua de la cuenca mediante costosas obras y siguen igual sin que los gobiernos locales hagan nada por cambiar esto. Los manantiales ya no existen porque se talaron y se siguen talando los bosques circundantes haciendo que el agua ya no se infiltre sino que se pierda. Debido al exceso demográfico causado por el centralismo (contrario a lo que teóricamente se deseaba en nuestras primeras cartas magnas o constituciones, que era el federalismo) que ha acumulado el poder y los recursos en la ahora Ciudad de México y estados conurbados, el agua se trae de manera artificial usando un complicado y costosísimo sistema que solamente provee una parte del agua potable que se consume en la Ciudad de México y algunos municipios de la Ciudad de México cambiando el curso de al menos dos ríos que descargaban en el Océano Pacífico y ahora lo hacen hacia el Golfo de México. Se sigue extrayendo agua del subsuelo y, con ello, se cambia la estructura química de las arcillas que hacían de este ahora valle una cuenca lacustre. Este cambio en las arcillas hace que la ciudad se esté hundiendo, además de provocar que los movimientos sísmicos diarios que ocurren en la zona seas trepidatorios en vez de oscilatorios destruyendo lentamente los cimientos de las edificaciones que no tienen la tecnología empleada en la construcción de la llamada Torre Latinoamericana, que fue un hito ingenieril en su momento, el primer rascacielos de la Ciudad de México (Durán-Domínguez-de-Bazúa, 2008) (Figuras 4a,b).



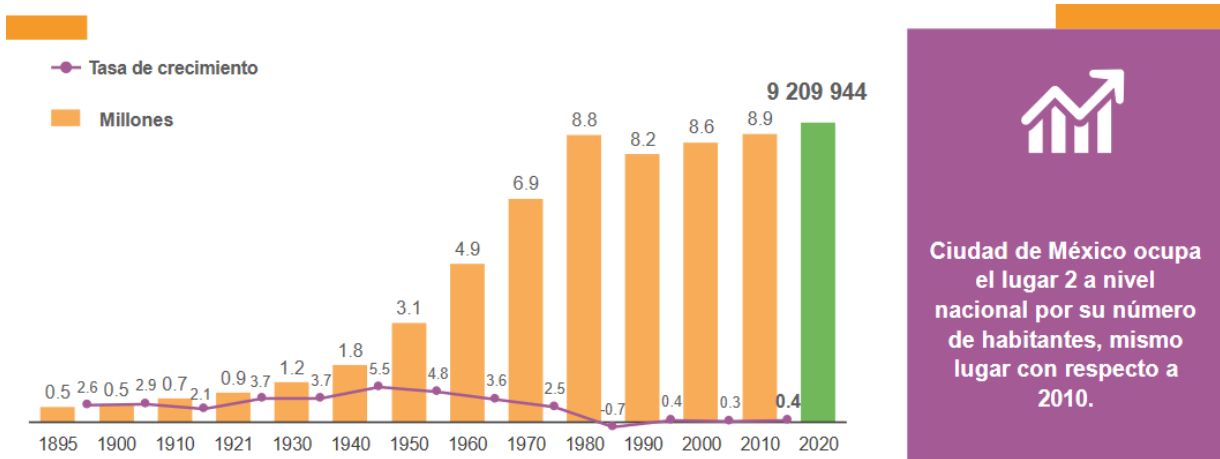
**Figura 4a.** Durante el siglo XX, el área urbana del área metropolitana de la Ciudad de México sufrió una transformación masiva y un aumento demográfico mayor (1910-2000)

(Tomadas de Molina y Molina, 2002, cortesía de F. Covarrubias)



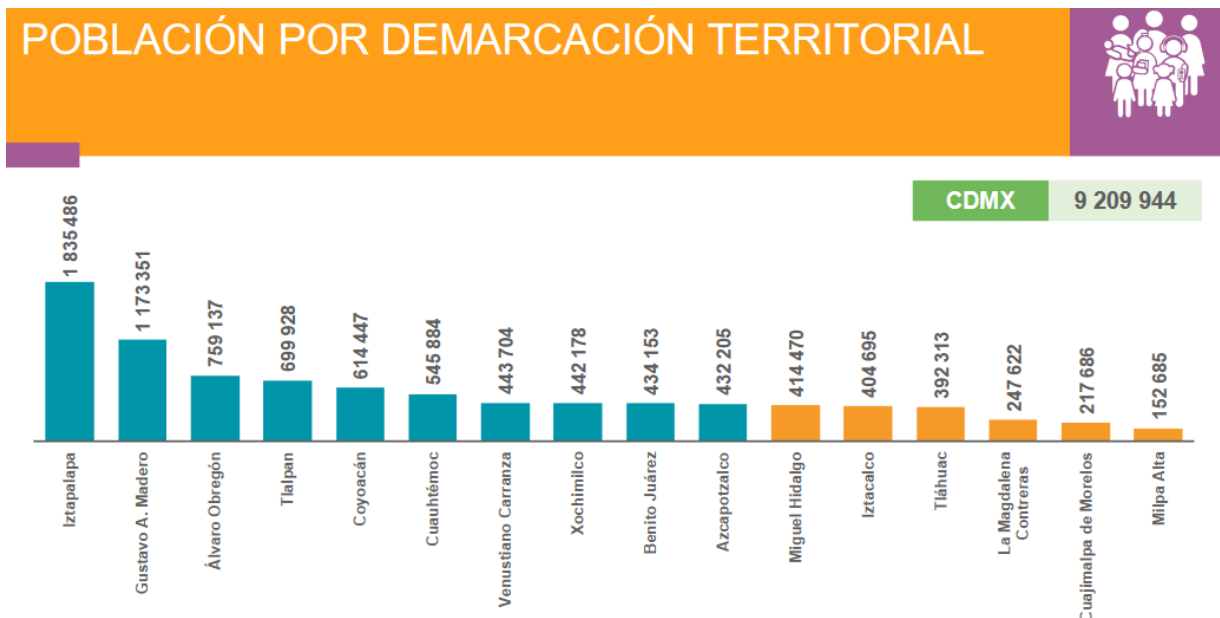
**Figura 4b.** El área actual de la megápolis en el año 2000 que incluye no solamente a la Ciudad de México (anterior Distrito Federal) sino a otros estados aledaños

Según el INEGI, la población de la Ciudad de México ha aumentado muy poco en los últimos años (Figura 5a) y su composición por demarcación se muestra en la Figura 5b. Para el caso de Xochimilco, el estudio de caso de esta investigación la densidad de población es de 3624 personas por kilómetro cuadrado (Anexo 2) y su tasa de crecimiento es de 0.7 que, comparada con 0.4 para la Ciudad de México, es alta (Figura 5c). Además, casi la mitad de la población de la Ciudad de México depende de los ingresos de la otra mitad por la alta tasa de nacimientos y la baja tasa de mortalidad y, en el caso de Xochimilco, hay 9.2% de personas mayores de 65 años con respecto a 11.1% de la Ciudad de México (Figuras 5d, e, f). Puesto en cifras, la Tabla A presenta esta información.



**Ciudad de México ocupa el lugar 2 a nivel nacional por su número de habitantes, mismo lugar con respecto a 2010.**

**Figura 5a.** Población de la Ciudad de México según el censo de 2020 (INEGI, 2021)



**Figura 5b.** Población en cada demarcación: Xochimilco tiene 442,178 habitantes (INEGI, 2021)

**Tabla A.** Datos de población de Xochimilco en los últimos 70 años

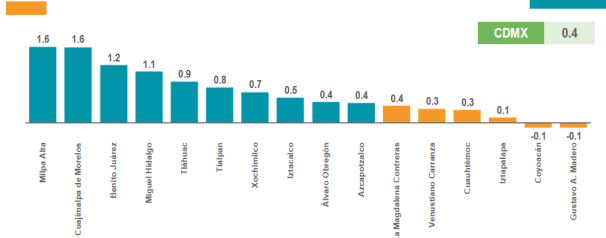
Año	Xochimilco <sup>9</sup>	Ciudad de México (antes D.F.) <sup>10</sup>
1950	47,082	3,050,442
1970	116,493	6,874,165
1990	271,151	8,235,744
1995	332,314	8,489,007
2000	369,787	8,605,239
2020	442,178*	9,209,944*

\*INEGI (2021)

<sup>9</sup> Delegación Xochimilco. «La población de Xochimilco». Archivado desde [el original](#) el 23 de octubre de 2008. Consultado el 14 de enero de 2010 (Wikipedia)

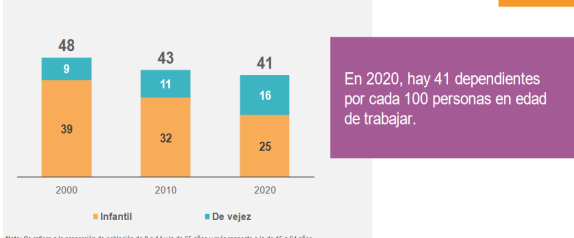
<sup>10</sup> INEGI. «Censos y conteos». Consultado el 14 de enero de 2010 (Wikipedia)

**TASA DE CRECIMIENTO POR DEMARCACIÓN TERRITORIAL**



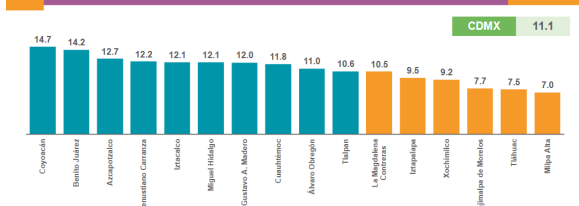
**Figura 5c.** Tasa de crecimiento de casi el doble de la de la Ciudad de México en su conjunto (INEGI, 2021)

**RAZÓN DE DEPENDENCIA TOTAL, INFANTIL Y DE VEJEZ, 2000, 2010 Y 2020**



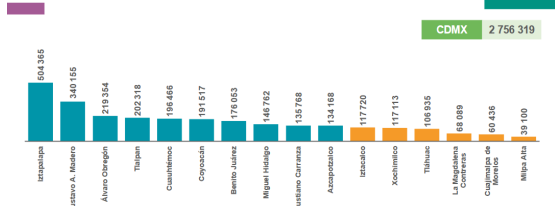
**Figura 5d.** Relación de dependencia de la población de 41% de 0-14 años y mayor de 65 años de la población de 15 a 64 años de la población de 15 a 64 años (INEGI, 2021)

**PORCENTAJE DE POBLACIÓN DE 65 AÑOS Y MÁS POR DEMARCACIÓN TERRITORIAL**



**Figura 5e.** Porcentaje de la población de 65 años o más en cada demarcación territorial donde Xochimilco tiene 9.2% (INEGI, 2021)

**VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS POR DEMARCACIÓN TERRITORIAL**



**Figura 5f.** Viviendas particulares en la Ciudad de México y puede verse que Xochimilco tiene 117,113 viviendas (INEGI, 2021)

**PROBLEMÁTICA**

La ahora alcaldía de Xochimilco (Figura 1), una de las 16 entidades políticas de la Ciudad de México (antes Distrito Federal), cuenta con una extensión territorial de 122 km<sup>2</sup> (Anexo 2). De acuerdo con datos del 2020, el INEGI señala en su Tabla 1:

**Tabla 1.** Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos Xochimilco, Distrito Federal Uso potencial de la tierra (INEGI, 2020b)

Agrícola	Para agricultura mecanizada continua	16%
	Para agricultura con tracción animal continua	10%
	Para agricultura manual continua	7%
	No aptas para uso agrícola	67%
Pecuario	Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola	15%
	Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal	12%
	Para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal	11%
	No aptas para uso pecuario	62%
Zona urbana	Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos lacustre y aluvial y rocas ígneas del Cuaternario, en llanura y parte de sierra; sobre áreas originalmente ocupadas por suelos denominados histosol, leptosol y andosol; tienen clima templado subhúmedo, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por la agricultura y el uso pecuario	

Las coordenadas geográficas son al norte 19°19', al sur 19°09' de latitud norte, al este 98°58' y al oeste 99°10' de longitud oeste. La altitud media de esta demarcación en las localidades bajas

perimetrales de la planicie, desde el centro histórico hasta Tulyehualco, es de 2,240 msnm, en tanto que, en la zona montañosa sus elevaciones más importantes, como los volcanes Teuhtli, Teoca y Tzompole, se levantan por arriba de 2,340 msnm. El medio natural xochimilca ha sido modificado por la acción de los seres humanos. La construcción de las chinampas prehispánicas en las riberas del lago significaron un cambio importante, que dio lugar al paisaje agrícola que caracterizaba a la región. El sistema permitía una rentable convivencia entre los seres humanos y la naturaleza. Al formarse las chinampas creció también el número y la variedad de árboles en el ecosistema. Particularmente importante resultó el ahuejote<sup>11</sup> (*Salix bonplandiana*), que sirvió para sujetar las islas y favoreció el ambiente para la reproducción de la fauna acuática. El ahuejote fue importante en el ecosistema de Xochimilco porque controlaba la erosión del suelo y formaba barreras rompevientos que protegían los cultivos (Conabio, 2021). En las zonas elevadas existen pequeñas zonas boscosas, en donde crecen pinos, ocotes (*Pinus montezumae*), madroños (*Arbutus unedo*), cedros, ahuehetes (*Taxodium mucronatum*) y tepozanes, además de capulines (*Prunus virginiana*), eucaliptos (*Eucaliptus*), alcanfores, jacarillas, pirules (*Schinus molle*) y chicalotes (*Argemone mexicana*) (Garzón-Lozano, 2002). El lago albergó numerosas especies animales, muchas de las cuales fueron aprovechadas para el consumo humano. Entre otras se pueden citar el axayácatl (insecto que da unos huevecillos conocidos como caviar mexicano), los acociles (*Cambarellus montezumae*) (Álvarez y Rangel, 2007), la rana moctezuma (*Rana montezumae*) y el ajolote (*Ambystoma mexicanum*) (Figura 6) (IUCN SSC Amphibian Specialist Group, 2019). A causa del saqueo de estos ejemplares se está extinguiendo esta especie. Los investigadores que llevaron a cabo la primera parte de un censo de la población de ajolotes en los canales de Xochimilco no encontraron ningún ejemplar de esta especie endémica de México (Díaz-Favela, 2014) y, de acuerdo con una publicación de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) (Aguilar-López et al., 2013) esto sería una tragedia. Los resultados del censo no significan, por ahora, que la especie se extinguió en su hábitat natural, aunque sí hablan de una situación "crítica", dijo en entrevista telefónica la coordinadora del proyecto Rehabilitación de la red Chinampera y del hábitat de especies nativas de Xochimilco, Cristina Ayala Azcárraga, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En el primer censo de ajolotes realizado en 1998 se encontraron 6000 ejemplares por kilómetro cuadrado; en el 2003 la población bajó a 1000 ejemplares por kilómetro cuadrado, y en el 2008 solo 100 ejemplares en el mismo perímetro, de acuerdo con la AMC. Así mismo, el impacto ecológico que ha sufrido el ajolote ha sido numeroso y a punto de su extinción, ya que en los últimos sesenta años, la red de lagos y canales de Xochimilco, donde vive el también llamado "monstruo marítimo", han sido severamente dañados por la contaminación, urbanización y la llegada de nuevas especies como la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia (*Oreochromis niloticus*), supuestamente para promover y ayudar económicamente a la población de Xochimilco, ocasionando que dichas especies fueran erradicando notablemente la reproducción del ajolote sin mencionar la venta del mismo al explotarla para su venta como mascota entre los visitantes. Esto indica que el giro dado a la ayuda a la población de la localidad ha ocasionado un impacto ecológico de gravedad. Aún hay tiempo de remediarlo, ya que se están realizando campañas y zonas de crianza del ajolote para recuperar su reproducción. Se decía que para el 2015 se consolidaría la población de ajolotes por medio de criaderos procedentes del Lago de Conservación de San Gregorio Atlapulco, bajo la coordinación de Fernando Arana Magallón, biólogo egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana introduciendo tres mil ejemplares durante el año, como parte de un programa de tres años para desarrollar poblaciones de la especie en lugares favorables para su reproducción (Crónica, 2014a,b).

La desaparición de las fuentes y manantiales que llenaban los lagos por la decisión de desecar la cuenca de México y la introducción de especies alóctonas, como el lirio acuático y la carpa, provocaron un desastre que casi condujo a la desaparición del ecosistema y sus especies. Para ayudar a la conservación de Xochimilco, el Gobierno del Distrito Federal (Secretaría del Medio Ambiente) aprobó en 2004 un programa de manejo del área protegida de los ejidos de San Gregorio Atlapulco y Xochimilco.

<sup>11</sup> Ahuejote, palabra de origen náhuatl, viene de *atl* = agua y *huéxotl* = sauce, sauce del agua (Cabrera, 2002)

El área natural protegida, ANP, comprende 2657 ha de suelo de conservación en el cual se podían todavía encontrar hasta 140 especies de aves, algunas migratorias. Actualmente casi todas han desaparecido. El segundo y más grave problema es que, supuestamente para ayudar a los chinamperos, se promovió la producción masiva de flores en forma de monocultivos en vez de mantener los policultivos originarios. Las personas que ahora cultivan ya no son personas originarias ni poseen el conocimiento ancestral de las formas de cultivo ya que al romperse la estructura comunitaria con el cambio en la propiedad de la tierra hace casi 40 años al poder venderla muchos de los hijos de las personas originarias han vendido sus parcelas en vez de cultivar y por eso es que la población casi alcanza el medio millón de personas. El cultivo de las flores comerciales como el cempasúchil (Figura 7) para las festividades del 1 y 2 de noviembre o la nochebuena (Figura 8) para las decembrinas ya se hace empleando productos agroquímicos porque al ser monocultivos son más propensos a tener plagas y porque los compradores esperan ver flores como las cultivadas con agroquímicos en los Estados Unidos y en China (Aguirre-López et al., 2020) y no las flores tradicionales mexicanas con pétalos de diferentes tamaños y más naturales.



**Figura 6.** El ajolote es una especie representativa de la fauna lacustre de Xochimilco y se encuentra en peligro de extinción (Crónica, 2014a)



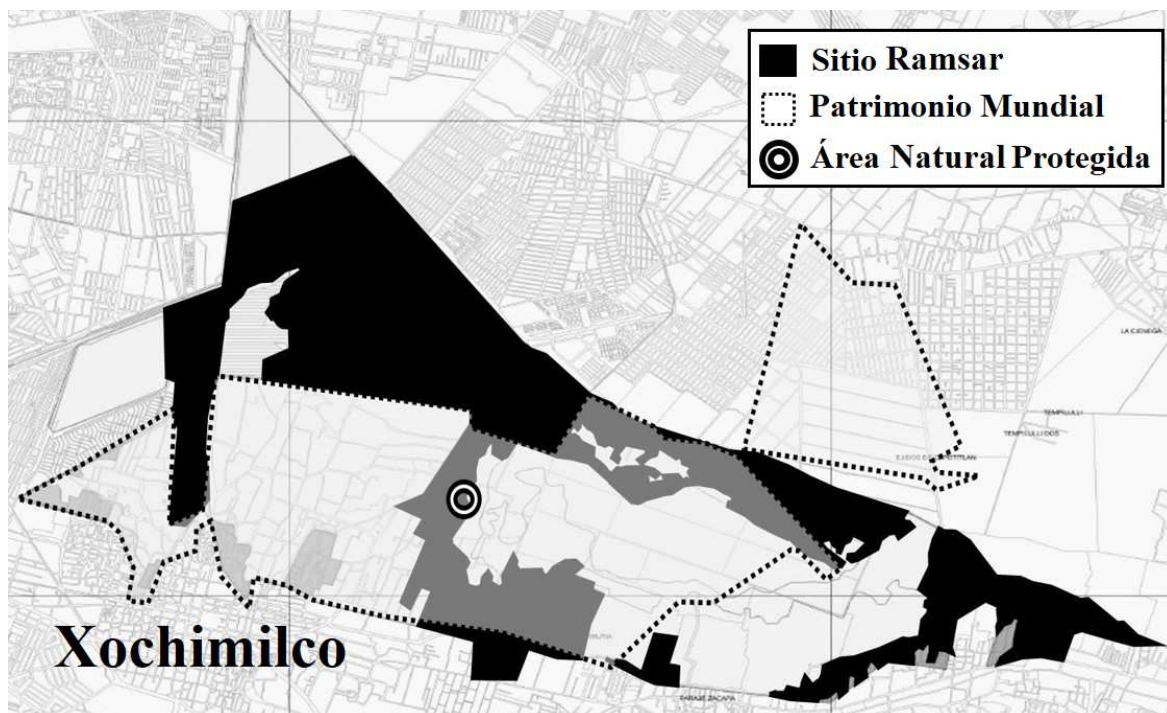
**Figura 7.** El **cempasúchil**, o **zempoalxóchitl**, del náhuatl *cempoalli* o *zempoalli*, veinte, el número máximo del sistema vigesimal y *xóchitl*, flor (Cabrera, 2002), es una planta herbácea anual que alcanza de 50 a 60 cm de altura que era usada por los antiguos mexicanos para reverenciar al dios Huitzilopochtli (Sol) y su llegada para promover los cultivos en la siguiente primavera (Castro-Ramírez, 1994)



**Figura 8.** El *cuitlaxóchitl* es una planta euforbiácea, ornamental y medicinal, que produce un jugo lechoso y lleva una "flor" hermosa (*Euphorbia pulcherima* Wild), de *cuítlatl*, desperdicios o composta (o mierda según Cabrera, 2002) y *xóchitl*, flor, flor que crece en la composta o limo formado por los restos de seres vivos

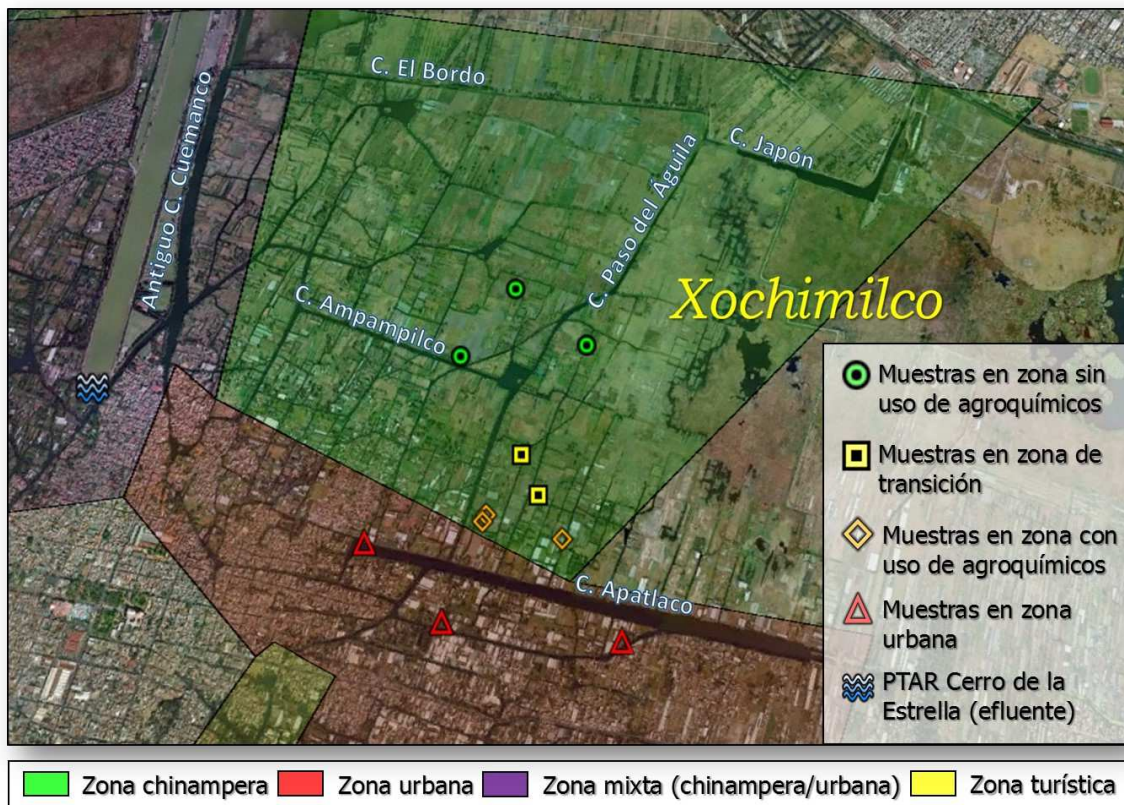
**Figuras 7, 8.** Estas dos emblemáticas flores xochimilcas han crecido en macetas y no en el otrora fértil limo de las chinampas por lo que no se beneficiaron de las ventajas de cultivos biodiversos y para crecer bien tuvieron que recibir fertilizantes y para protegerlas de las plagas tuvieron que ser asperjadas con plaguicidas

Xochimilco ha sido dividido por los investigadores que han estudiado extensamente esta zona, que es Patrimonio Cultural de la Humanidad (ver Glosario, *WHC-UNESCO*), Sitio Ramsar (Glosario) y Área Natural Protegida (ANP, Glosario) considerando estas áreas (Figuras 9 a 11).



**Figura 9.** Áreas de importancia ambiental en Xochimilco (Modificado de García-Luna et al., 2018)

Por ello, en las investigaciones realizadas para evaluar el efecto de los productos agroquímicos usados en el área donde están ubicados los viveros de flores se muestrearon estas áreas para conocer la posible presencia de la atrazina, un herbicida que se descompone en otros compuestos químicos que son más dañinos que el compuesto original (Borja-Urzola, 2017; García-Luna, 2017; González-García, 2018; Hernández-Arriaga, 2017). Lo preocupante de los resultados obtenidos es que se encontró este compuesto químico y algunos de sus productos de descomposición, no solamente en la zona donde son empleados sino también en la zona chinampera donde se sigue conservando la agricultura tradicional, conocida ahora como "orgánica", porque no usan productos agroquímicos y siguen empleando policultivos. Este hallazgo indicaría que el movimiento del agua en los canales debe ser estudiado para establecer con precisión la forma de proteger a la agricultura sostenible realizada en las chinampas (Tabla 2). La influencia del pH es muy notable, pues en un valor neutro de pH, la hidrólisis de la atrazina, ATZ, es prácticamente nula, mientras que a valores de pH más ácidos hay una mayor hidrólisis y, por lo tanto, una mayor degradación y, en menor medida, ocurre a valores de  $\text{pH} > 7$ . A las condiciones de  $\text{pH} = 8.2$  y temperatura de  $19^\circ\text{C}$  encontradas en el sistema de canales, la degradación de ATZ en un tiempo de 20 días fue de 32.0%, con un tiempo de vida media de 35 días.



**Figura 10.** Mapa de la distribución de los puntos de muestreo en la zona lacustre de Xochimilco para una investigación sobre la calidad del agua y los sedimentos (García-Luna, 2017)

**Tabla 2.** Análisis de agua en las zonas de chinampas, de transición e invernaderos (Borja-Urzola et al., 2018; González-García, 2017; Hernández-Arriaga, 2017)

Propiedad del agua muestreada	Invernaderos	Zona de transición	Chinampas dedicadas al cultivo orgánico
Temperatura [ $^\circ\text{C}$ ]	$16.5 \pm 3.7$	$16.7 \pm 3.4$	$16.7 \pm 2.9$
DQO [ $\text{mg O}_2/\text{L}$ ]	$145.3 \pm 42.9$	$141.4 \pm 33.6$	$119.9 \pm 45.5$
DBO <sub>5</sub> [ $\text{mg O}_2/\text{L}$ ]	$43.1 \pm 33.4$	$39.2 \pm 26.7$	$45.9 \pm 30.5$

Propiedad del agua muestreada	Invernaderos	Zona de transición	Chinampas dedicadas al cultivo orgánico
pH	8.5 ± 0.1	8.6 ± 0.1	8.2 ± 0.2
P total [mg/L]	4.1 ± 0.7	4.1 ± 1.0	4.2 ± 0.5
N orgánico [mg/L]	5.8 ± 5.9	4.2 ± 6.7	1.6 ± 1.4
Materia orgánica [mg/L]	1.64 ± 0.01	1.41 ± 0.1	1.41 ± 0.2
DIA, metabolito de la atrazina [µg/L]	<b>14.65</b>	-	<b>9.16</b>
DEA, metabolito de la atrazina [µg/L]	-	-	<b>3.66</b>

DQO, demanda química de oxígeno; DBO<sub>5</sub>, demanda bioquímica de oxígeno en cinco días; pH, potencial hidrógeno; P, fósforo; N, nitrógeno; **DIA, des-isopropilatrazina; DEA, des-etilatrazina**



**Figura 11.** Sitios de muestreo de agua superficial y sedimentos en Xochimilco (García-Luna, 2017)

---

La Ciudad de México usa los manantiales que abastecían al lago de Xochimilco (ahora unos cuantos canales) para proveer de agua a sus habitantes. A cambio, envía el agua efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR, que se encuentran en el Cerro de la Estrella y San Luis Tlaxialtemalco. En la Figura 10 puede verse el punto de descarga del agua proveniente de la PTAR Cerro de la Estrella.

De acuerdo con un boletín de la Universidad Autónoma Metropolitana (Boletines UAM, 2017): *"En la Ciudad de México es tratado sólo 10 por ciento de las aguas residuales y 80 por ciento se lleva a cabo en la Planta Cerro de la Estrella, que 'en caso de falla sería el acabose para Xochimilco y en general para toda la urbe'. La maestra María Guadalupe Figueroa, investigadora del Departamento de El Hombre y su Ambiente de la Unidad Xochimilco, indicó que la Cuenca de Xochimilco registra agotamiento acelerado por la extracción de unos 60 metros cúbicos por segundo y la inyección de apenas 28, lo que la condena a un proceso de desecación que originaría hundimientos diferenciales y fracturas sistemáticas en el drenaje y los tubos de agua potable."*

Es importante mencionar que se desconoce el movimiento de estas aguas tratadas en los canales y, por ello, es probable que lo que se vierta en los invernaderos o viveros comerciales donde se emplean productos agroquímicos llegue a la zona chinampera orgánica.

Solamente como un botón de muestra de la problemática en la que se encuentra inmersa esta zona se invita a los(as) lectores(as) a conocer un informe de las propias autoridades de la Ciudad de México. La Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la CDMX, PAOT, realizó un estudio sobre la perturbación ambiental del Canal La Santísima de Xochimilco (PAOTECA, 2017). Las conclusiones resaltan lo siguiente:

*"PRIMERA.- El Canal La Santísima en la zona objeto de estudio se ubica entre los Barrios La Santísima y San Lorenzo, colinda al noroeste con la calle Dalia y se conecta al sureste con el Canal de Apatlaco en la Delegación Xochimilco. SEGUNDA.- El Canal La Santísima cuenta con una extensión aproximada de 700 metros, de los cuales los primeros 270 metros (dirección este-oeste) se encuentran dentro del territorio del suelo de conservación de la CDMX y los 430 metros restantes dentro de suelo urbano. TERCERA.- El tramo del canal ubicado en suelo de conservación, acorde 'al' [con el] Programa General de Ordenamiento Ecológico, se ubica en la zonificación "Agroecológica", donde se deben evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo y de los recursos naturales y en cuanto al desarrollo de las actividades productivas se deberán ejecutar técnicas de conservación del suelo y agua; se promoverá el uso de composta y abonos orgánicos, evitando al máximo el uso de productos químicos. CUARTA.- El tramo del canal ubicado en suelo urbano, acorde 'al' [con el] Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Xochimilco (2005); colinda al norte y al sur con una zonificación de uso suelo Habitacional (H) y está considerado como "Espacio Abierto" (EA), donde sólo se permite la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, mas no así la descarga a cielo abierto de agua residual. QUINTA. Se encontraron 8 descargas en los primeros 300 metros del canal (desde el Canal s/n hasta el callejón Rio Dorado), donde se puede observar el vertimiento directo de las descargas hacia el agua; se localizó un sitio con una gran acumulación de sedimentos y agua color gris entre los callejones Rio Dorado y Rosalinda. SEXTA. Los residuos encontrados en las riberas del canal corresponden principalmente a pasto, ramas y troncos secos, así como algunos costales de cascajo y residuos urbanos generados de actividades domésticas, siendo la ribera izquierda la que presentó mayor acumulación de estos residuos. SÉPTIMA. La vegetación que se encontró a orillas del canal corresponde a ahuejotes (*Salix bonplandiana*), fresnos (*Fraxinus uhdei*), ambas especies protegidas por la Ley de Salvaguarda del Patrimonio Urbanístico Arquitectónico del Distrito Federal, y especies introducidas como casuarina (*Casuarina equisetifolia*), tepozán (*Buddleia cordata*) eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) y arbustos como chapulixtle (*Dodonaea viscosa*) y ricino (*Ricinus communis*); varios de estos árboles infestados por muérdago. La vegetación acuática observada en el sitio fue principalmente lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y tule (*Typha latifolia*) solamente al final del tramo de estudio. OCTAVA. La fauna encontrada dentro de la zona de estudio correspondía*

---

*únicamente a la presencia de garzas cuello de reata (*Ardea alba*), no así peces, ajolotes o reptiles, seguramente por el grado de contaminación observado en el agua y la falta de oxígeno. NOVENA. Se calificó este canal con una perturbación crítica (grado 5), considerando que presentó 4 de 4 condiciones que se tomaron en cuenta para dicha valoración las cuales son: pérdida de superficie de la comunidad biótica y biomasa, modificación de las topoformas y condiciones de permeabilidad originales, debido a los procesos antrópicos, presencia de elementos contaminantes como residuos sólidos y descargas de aguas residuales, así como las alteraciones diversas que ha sufrido el paisaje escénico."*

Con toda esta información general, a continuación se presentarán algunos datos sobre los estudios realizados a lo largo de más de 30 años por el grupo de investigación de la autora y por otros grupos de la UNAM que permitirán ofrecer a quien vaya a ser el alcalde de Xochimilco, sobre lo poco que queda de esa cuenca lacustre mexicana, a la Jefa de Gobierno de la Ciudad de México como segundo nivel de gobierno y al actual presidente de la república como el más alto nivel de gobierno de México, una estrategia para mejorar la calidad de vida de los habitantes de esa zona y también la del resto de los seres vivos que todavía sobreviven en ese otrora ecosistema único en el mundo.

## **POSIBLES SOLUCIONES**

El propietario del Invernadero Colibrí (Figura 12) proveyó sus valiosas enseñanzas, especialmente, su vida en Xochimilco y lo que él considera la verdad sobre el agua de sus canales (Entrevista personal, 2018, 2019). Él cultiva flores y usa agroquímicos para ello ya que no sigue la tradición chinampera de cultivos diversos sino el actual monocultivo estacional: Cempasúchil para noviembre, nochebuena para diciembre (Figuras 7, 8). Esto promueve la presencia de plagas y la necesidad de adicionar nutrientes artificialmente. La mayor parte de los plaguicidas (acaricidas, insecticidas, etc.) que él adquiere no están en los listados de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, pero son comercializados abiertamente en Xochimilco. Desafortunadamente, el movimiento del agua tratada con la que se rellenan los canales lleva los residuos de estos compuestos agroquímicos a las zonas de los cultivos orgánicos dañándolos y dañando a los consumidores. Por ello, es extraordinariamente importante que los propietarios de los invernaderos inicien una 'nueva forma' de cultivar las flores con el apoyo decidido de autoridades y sociedad civil (universidades e instituciones de educación superior e investigación, chinamperos, habitantes originarios de Xochimilco y nuevos habitantes que han adquirido propiedades allí al amparo de la modificación al artículo 27 de nuestra Carta Magna.

La 'nueva forma' es justamente la forma originaria que se tenía en la época prehispánica: El policultivo, donde un cultivo protegía a otro de las plagas y otro cultivo más le brindaba nutrimentos al que crecía a su lado y que no los podía tomar del aire. Esta forma, aprendida por la observación de la naturaleza no está perdida sino solamente olvidada.

Es tiempo de rescatarla.

Para ello debemos en primer lugar re-crearnos a nosotros mismos una conciencia de identidad como mexicanos. Debemos sentirnos orgullosos de nuestras raíces pre-hispánicas. Ahora con la apología por parte de los españoles de la conquista y la débil defensa de los mexicanos del genocidio ocurrido, asociado con las críticas sobre los sacrificios humanos que, por cierto, no es solamente de quienes tengamos sangre azteca sino de los propios cristianos españoles que introdujeron su religión a sangre y fuego, ya que el significado de la comunión donde se come la carne y la sangre de Cristo en la misa católica (hostia y vino consagrado), es un rito ancestral que viene de hace al menos una decena de milenios según lo constatan los arqueólogos.

La apología de nuestras raíces prehispánicas no se trata solamente de poner nombres tomados de las lenguas de los pueblos originarios a nuestros hijos sino de tomar las eco-tecnologías que permitieron el florecimiento de la humanidad sacándola de la recolección y la caza hace más de 10,000 años, la agricultura sustentable o sostenible basada en los policultivos. En México, logró sobrevivir hasta

después de la llegada de los españoles. Es ejemplificada en las chinampas para el caso de las zonas lacustres (Durán-Domínguez-de-Bazúa, 2021a) y en la milpa y monte para las zonas de tierra firme (Vargas-Guadarrama, 2017). Hay todavía comunidades en el cercano estado de Puebla donde esta eco-tecnología de milpa y monte es usada (Valera-Pérez et al., 2020).



**Figura 12.** Propietario del Invernadero Colibrí, una persona deseosa de mejorar la calidad del agua de los canales y, simultáneamente, obtener flores de calidad excelente para tener ingresos que le permitan tener una vida digna para él y su familia. Esto es posible si se crea conciencia en la sociedad: Productores, compradores y autoridades de que las flores bellas deben cultivarse en forma diversa y no en monocultivos como lo hacían los xochimilcas prehispánicos (Entrevista personal, 2018, 2019)



### Otras herencias prehispánicas

Además, para las zonas áridas, el policultivo combina en el llamado **metepantle**<sup>12</sup> a los magueyes para sostener a los otros cultivos como árboles frutales, granos como el maíz, la cebada, etc., los quelites, la propia flor de cempasúchil, etc. Es un concepto de la agricultura prehispánica mexicana que consiste en cultivar hileras de magueyes (*Agave spp.*) intercaladas con otras plantaciones como árboles frutales (tejocotes, por ejemplo), maíz, frijol, calabaza, cempasúchil o quelites.

<sup>12</sup>Del náhuatl metl, 'maguey' y *nepantla*, 'pared' o *panctli* 'en medio', 'rodeado de'). Es un concepto de la agricultura prehispánica mexicana que consiste en cultivar hileras de magueyes (*Agave spp.*) intercaladas con otras plantaciones como árboles frutales, maíz, frijol, calabaza, cebada, cempasúchil o quelites (Castro, 2019)

Históricamente, la práctica del metepantle ha venido desapareciendo y cayendo en desuso, especialmente en el siglo pasado, cuando la cerveza (producto de la cebada) sustituyó en la vida diaria al pulque (producto alcohólico del maguey). No obstante, en tiempos recientes ha comenzado a haber un renovado interés por este sistema agroecológico, ya que aumenta la producción agrícola, genera mayores ingresos a la población más desprotegida y es un policultivo sostenible. Los metepantles se encuentran en las zonas altas de los estados de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala, principalmente. En las laderas de montañas con pocas precipitaciones y heladas recurrentes por la altitud son ideales para aprovechar esas condiciones agroecológicas. Los magueyes cumplen la función de reforzar los bordos de las terrazas y evitan la erosión del suelo, permitiendo aprovechar sus componentes útiles como los aguamieles que permitirían producir polímeros con el ácido láctico derivado de la biotransformación de la fructosa y que son biodegradables. También sus fibras de ixtle son útiles. La Figura 13 muestra un ejemplo (Castro, 2019; Viniegra-González, 2019).



**Figura 13.** Metepantle, una herencia prehispánica que, como policultivo, puede llegar a ser rentable al considerar a la biotecnología (Castro, 2019; Viniegra-González, 2019)

### **Apoyos a los pueblos originarios**

Volviendo al caso de Xochimilco, los productores viveristas del Barrio de Caltongo, con ayuda del gobierno local y académicos y estudiantes universitarios, instalaron una planta purificadora para regar los invernaderos (Figuras 12, 14).

Su uso solamente podrá resolver el problema si se realiza, de manera paralela, el cambio de metodología de un monocultivo a un policultivo. Si los viveristas de Xochimilco continúan empleando agroquímicos y estos siguen contaminando el agua y sedimento de los canales, aún cuando el agua se limpie, ésta se contaminará con los nuevos escurrimientos, volviéndose un círculo vicioso.

Por otro lado, los residuos de las macetas que ya no fueron vendidas seguirán reteniendo en su suelo los contaminantes que originalmente se les pusieron y permanecerán en Xochimilco.

La estrategia a seguir tendría las siguientes etapas:

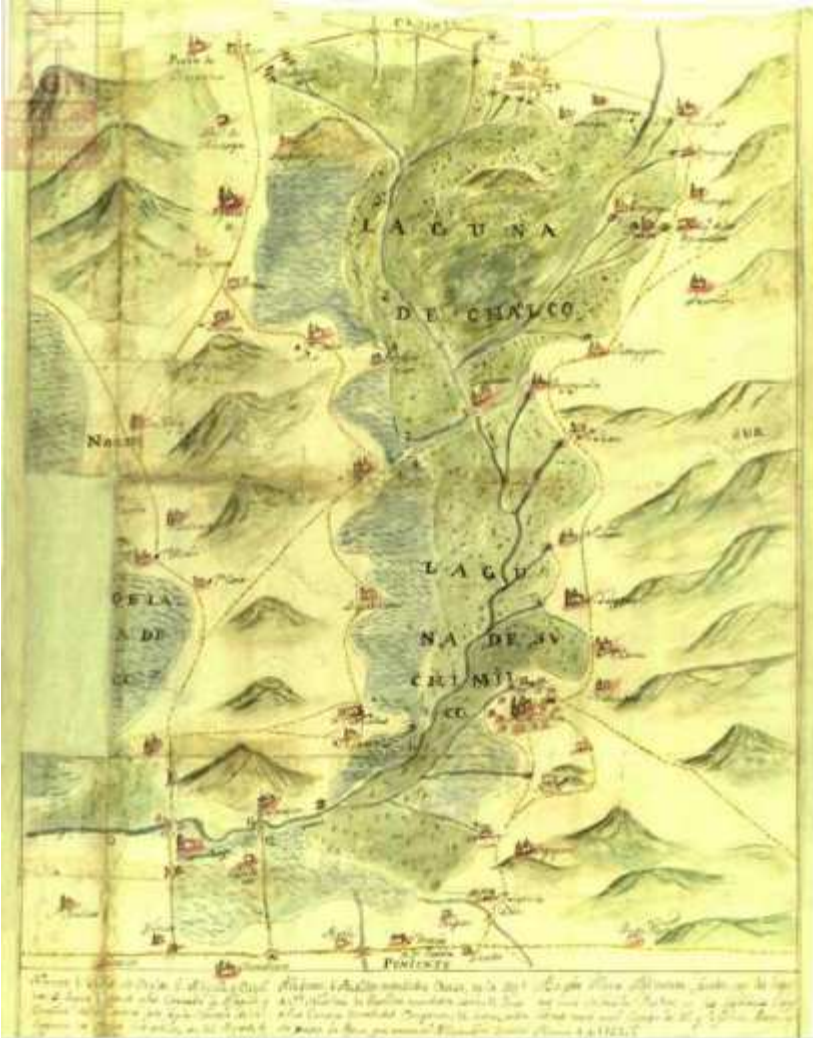


**Figura 14.** Planta purificadora basada en sistemas de membranas para eliminar los contaminantes del agua del canal aledaño e imágenes del vivero cooperante (Entrevista personal, 2018, 2019)

### **1. Entrada de las nuevas alcaldías en Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac y actuación inmediata**

El alcalde y las dos alcaldesas que comparten el compromiso histórico de restaurar el valioso ecosistema de la parte sur de la cuenca lacustre (antiguas Lagunas de Chalco y Xochimilco) deben reunirse y plantear una estrategia conjunta para ello. Basta con ver el libro-e hecho por el Sr. Isaac Ramírez-Martínez (2021) apoyado por el INPI para percatarnos que no solamente Xochimilco está

siendo afectado sino toda la zona que formaba parte de este antiguo ecosistema. Basta ver uno de los mapas del Archivo General de la Nación (Figura 15) para comprender la importancia del trabajo conjunto entre estos tres representantes del poder ejecutivo local para lograr revertir el ecocidio gestado en los quinientos años contados desde la conquista. Y esto queda respaldado por lo mencionado por ellos mismos(as) a la luz de su elección.



**Figura 15.** Cuerpos lacustres del sur de la cuenca de México, pintura tomada del Archivo General de la Nación (Modificado de Ramírez-Martínez, 2021)

Rumbo a la toma de posesión el próximo 1 de octubre, los alcaldes electos de la Ciudad de México reflexionan con El Sol de México sobre los retos que tienen para mejorar las condiciones de los habitantes durante los tres años que comprenderán sus administraciones. ... (El Sol de México, 2021)

La alcaldesa electa de Milpa Alta, Judith Vanegas [Tapia], reconoció que a los habitantes de esta alcaldía les hace falta mejorar sus condiciones de vida con un mayor desarrollo integral y humano.

Xochimilco necesita urgentemente revisar el Plan de Desarrollo Urbano ante los 315 asentamientos irregulares que presenta, señaló su alcalde José Carlos Acosta (Ruiz), reelecto para un segundo periodo.

(Araceli) Berenice Hernández Calderón ... es licenciada en Derecho por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), además de ser madre de familia. En redes sociales, se autodescribe como "orgullosa tlhuaquense, militante y fundadora de Morena. Soy una mujer

comprometida con mi familia y con mi comunidad". Durante su campaña detalló que su proyecto de transformación buscará tener un diálogo abierto y permanente. ... "Se trata de hacer comunidad", ... los ejes de su trabajo se enfocarán en ocho principales acciones: Suministro de agua Equidad e igualdad sustantiva. Espacio público. Crecimiento económico. Turismo cultural y natural. 'Medio' ambiente. Gestión integral de riesgos y protección civil, salud, bienestar e inclusión social. Gobernabilidad, seguridad y protección ciudadana (Milenio, 2021).

Habemos en la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Universidad Autónoma Metropolitana y en otras instituciones de la zona (Ortiz-Ordóñez et al., 2016), personas y grupos interesados en apoyarlos con los conocimientos científico-tecnológicos que coadyuven a iniciar un cambio. Este cambio, no es solamente de ellos mismos y sus colaboradores como gobernantes, sino de toda la comunidad tanto originaria como avecinada en la zona. El objetivo debe ser el de trabajar en forma conjunta para "mudarse por mejorarse" como intituló Juan Ruiz-de-Alarcón-y-Mendoza una de sus comedias (Seducoahuila, 2021).

## **2. Estudio de los resultados del censo 2020 para estas tres alcaldías Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac para realizar un plan de trabajo a dos años con el objetivo de regularizar el uso de los recursos naturales: Agua, suelo y flora y fauna y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de estas tres alcaldías para ejemplo del resto de la Ciudad de México**

Para el primero, el agua, se ha hablado en este documento de algunas iniciativas que no han sido exitosas. Para ello, será necesario realizar trabajo comunitario con los habitantes de las tres demarcaciones para ver que todas y cada una de las familias cuiden el agua (instalando humedales artificiales para tratar sus propias aguas negras y grises, Amábilis-Sosa et al., 2018) antes de verterla nuevamente a los canales o la ciénega como llaman ahora a lo que quedó de la laguna de Chalco, así como sistemas de acopio de residuos separados (papel-cartón, plásticos, vidrio, metal, residuos biodegradables, residuos especiales -llantas, etc.-), para garantizar que no ocurra en el futuro lo que se ve en la Figura 11. Aquí el Sistema de Aguas y el gobierno de la Ciudad de México deben apoyar decididamente estos cambios evitando que el agua vertida por las plantas de tratamiento de aguas residuales no tenga la calidad marcada para su uso en contacto directo con las personas, las plantas y los animales. Asimismo, debe el Gobierno de la Ciudad y su Sistema de Aguas apoyar decididamente a estas tres alcaldías que conforman territorialmente una zona extraordinariamente importante para la propia Ciudad de México, así como para todo el país ya que es vista por millones de visitantes.

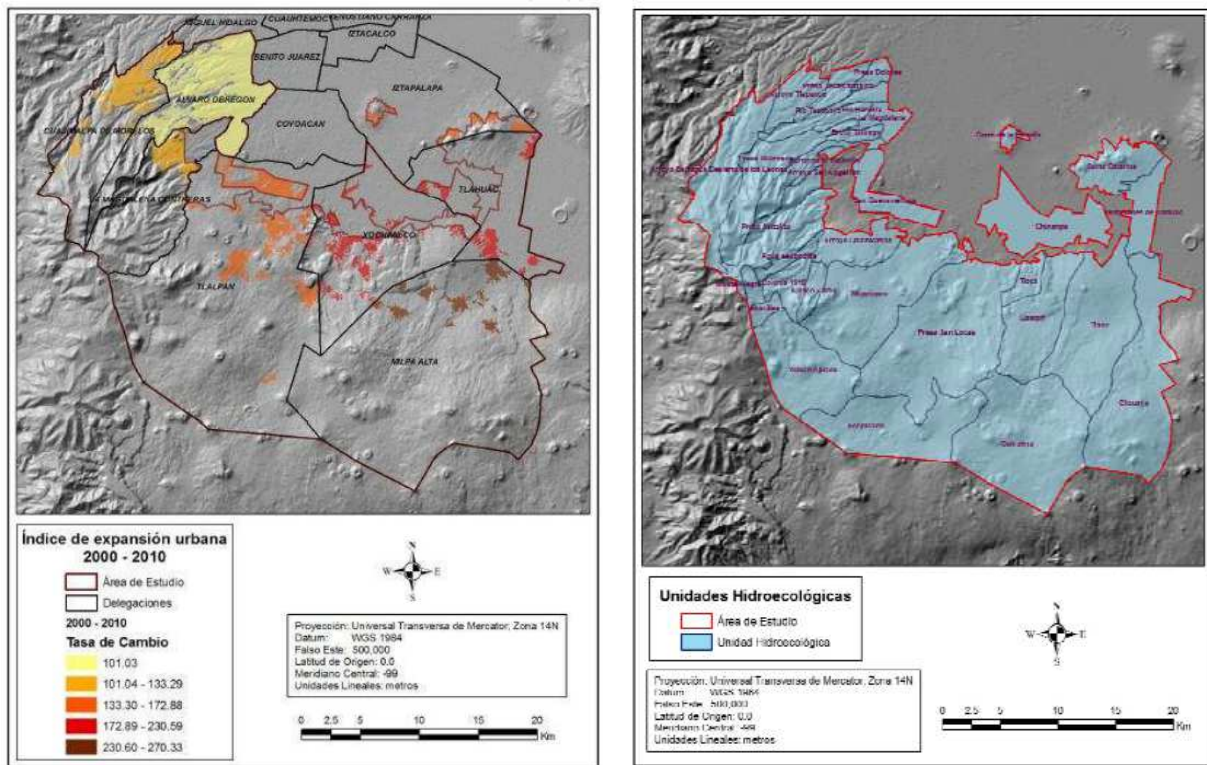
Esta misma estrategia debe seguirse para conservar el suelo y para la rehabilitación de la flora y la fauna autóctonas.

## **3. Realizar un cambio drástico con el uso de vehículos automotores incentivando el uso de trajineras por parte de todos los habitantes de lo que todavía es zona lacustre siguiendo el modelo de Venecia**

Este punto es vital no solamente porque dará empleos a quienes tengan trajineras y a quienes "renten espacios" en tierra firme para que se dejen ahí los vehículos para evitar o minimizar el cambio de uso del suelo por la continua venta de terrenos antiguamente de propiedad social que cambió al modificarse el artículo 27 constitucional en el salinato.

Si se controla el paso de los vehículos automotores, los propietarios de los terrenos irán paulatinamente dependiendo menos de ellos y volviendo a los invernaderos y las chinampas zonas amigables con el ambiente mediante policultivos que, aparejados a las medidas anteriores permitan un cambio consensuado. Con el censo de 2020 se sabe cuáles familias habitan en la zona lacustrina y cómo apoyarlas para que ocurra este cambio evitando que continúen con la parcelación de lo que les corresponde de la propiedad social.

Un triste ejemplo de esta parcelación es lo que está ocurriendo con las comunidades de la zona del Ajusco, en la Alcaldía Tlalpan, que están vendiendo en pequeños lotes de 50 a 100 m<sup>2</sup> su otrora terreno comunal a personas de bajos recursos y acabando con los manantiales que todavía brotan del Ajusco y están siendo controlados por grupos conocidos como "piperos" por el nombre que se les da a los vehículos que transportan el agua de consumo humano ("pipas"). Es obvio que el gobierno local de la alcaldía no puede hacer nada al respecto en la medida en que no se cambie nuevamente el artículo 27 constitucional y esta debe ser una de las consideraciones para impedir que se siga quemando el bosque y matorral de la Sierra del Ajusco-Chichinautzin para permitir que sigan asentándose familias de bajos recursos que vienen a trabajar a la zona más poblada de la Ciudad de México. Debe pensarse que esta debiera ser una zona protegida porque el agua se 'produce' en esos bosques que todavía quedan (Labougle y Alviar, 2010). Las imágenes satelitales (Figura 16) de un estudio de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México, PAOT, son claras y elocuentes.



**Figura 16.** Ejemplo de dos de las imágenes satelitales de una publicación de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México de 2010 mostrando la expansión urbana de la zona sur de la Ciudad de México (Labougle y Alviar, 2010) que, obviamente, en estos 11 años más transcurridos ha sido probablemente todavía mayor y con mayor daño a la disponibilidad de agua

Los propios autores de este documento de 91 páginas señalan:

Para el análisis de la transformación del capital hidrológico-forestal de la Región sur de la Ciudad, se definieron 32 zonas, ... teniendo en cuenta aspectos del paisaje ecológico y las microcuencas de la región (Figura 15 de este documento). Es importante mencionar que, aunque las microcuencas que se ubican en el poniente de la Ciudad son prácticamente urbanas, los cambios de uso y cobertura que se dieron en la década estudiada, son de gran importancia para el análisis de la transformación puesto que se dieron en áreas forestales y de pastos, las cuales son significativas en el cambio del capital hidrológico de la región.

---

Por ello, lo que está ocurriendo en Xochimilco y que se va siguiendo también en Tláhuac y se dará pronto en Milpa Alta debe prender focos de alarma para toda la zona. Y, por ello, las autoridades de las alcaldías deben contar con el apoyo de toda la nación, desde el poder ejecutivo nacional hasta el poder legislativo para revertir el cambio en el artículo 27 constitucional hecho en el salinato. Esto es de suma importancia para la nación porque esto mismo se da en las zonas donde hay minerales valiosos que han sido conculcados con estratagemas como las de la venta de terrenos comunales o ejidales a las empresas mineras transnacionales o de empresas nacionales oligárquicas (López-Bárceñas, 2017).

#### **4. Todos aquellos temas que resulten de reuniones ciudadanas que busquen terminar con el ecocidio que se ha causado a la zona desde el aciago día que un grupo importante de mexicanos ayudaron a un puñado de españoles a apoderarse de un subcontinente formado por el norte y el centro de América**

Es importante recapitular ahora que tristemente celebraremos la conquista del señorío azteca por los grupos de tlaxcaltecas y muchos otros que pensaron que sería mejor ayudar a los extranjeros para después deshacerse de su poder. Una falta de visión que se sigue dando desde hace 500 años y que parece ser una constante para nuestros políticos locales de aquel entonces y de ahora contra el gobierno federal cuando no es de su agrado.

### **A MANERA DE CONCLUSIONES**

Xochimilco, una de las 16 entidades políticas de la Ciudad de México, es un caso emblemático ya que es Patrimonio Cultural de la Humanidad, Sitio Ramsar y Área Natural Protegida. Su producción de alimentos y flores en la época precolombina y todavía hasta poco antes del porfiriato se daba mediante la producción de chinampas, una ecotecnología que permitía producir varias cosechas al año de alimentos ya que muchas de las flores son comestibles. Se sabe que los alimentos ricos en proteínas provenían de aves y peces que proliferaban en los lagos, los cuales fueron separados para evitar que las aguas salobres se mezclaran con las dulces con ingeniería también ecológica.

Desafortunadamente, al llegar los españoles, estas ecotecnologías fueron desapareciendo y el objetivo de este artículo es justamente alertar a nuestras autoridades de los tres niveles de gobierno de poner un alto al ecocidio que ya va a cumplir 500 años el próximo mes de agosto.

El empleo del sistema de monocultivos estacionales es indeseable ya que limita las posibilidades enriquecedoras de los policultivos donde una especie se ayuda con otra que produce compuestos nitrogenados o repelentes de plagas que era justamente la base de la milpa o el metepantle o el sistema milpa-monte.

La estrategia que se plantea para revertir este ecocidio y recuperar nuevamente el agua limpia, el suelo y sedimento sanos y la flora y fauna autóctonas está dividida en tres etapas para contender de forma inmediata, a la toma de posesión de las nuevas autoridades locales, no solamente de la Alcaldía Xochimilco sino de las dos vecinas Tláhuac y Milpa Alta.

Se incluyen medidas que puedan plantear cambios en el uso del agua, del suelo, de la flora y de la fauna de la zona de estas tres alcaldías. Para ello, deben plantear la realización de cambios drásticos como limitar el uso de vehículos automotores e incentivar el uso de trajineras por parte de todos los habitantes de lo que todavía es zona lacustre siguiendo el modelo de Venecia. Esto dará más empleos a quienes deseen poseer trajineras en vez de vehículos automotores.

Si esto se realiza con el consenso de todos y todas, pueblos originarios y nuevos vecinos que han adquirido terrenos allí para vivir cerca de la metrópolis, se podrá revertir el daño causado durante 500 años.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Significado
Acociles	Crustáceos decápodos dulceacuícolas del infraorden Astacidea conocidos vulgarmente como acociles, chacales, chacalines o langostas de río. Las 17 especies conocidas pertenecientes a este género son endémicas de América. Se les encuentra en México, y Centroamérica (del náhuatl <i>cuitzilli</i> , que se retuerce en el agua)
	
	<a href="https://www.google.com/search?q=acocil&amp;client=firefox-b-d&amp;tbm=isch&amp;source=iu&amp;ictx=1&amp;fir=Xw6cBMLVLdgtBM%252CAQIzK7OG5Fdk-M%252C &amp;vet=1&amp;usg=AI4 - kRzyXJY2bE3Hu11yDsgt_agdgVFhw&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKewjXIJGEhvHyAhXRm2oFHaw0AoUQ_h16BAg9EAE#imgrc=Xw6cBMLVLdgtBM">https://www.google.com/search?q=acocil&amp;client=firefox-b-d&amp;tbm=isch&amp;source=iu&amp;ictx=1&amp;fir=Xw6cBMLVLdgtBM%252CAQIzK7OG5Fdk-M%252C &amp;vet=1&amp;usg=AI4 - kRzyXJY2bE3Hu11yDsgt_agdgVFhw&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKewjXIJGEhvHyAhXRm2oFHaw0AoUQ_h16BAg9EAE#imgrc=Xw6cBMLVLdgtBM</a>
Ajolotes	El ajolote del náhuatl <i>āxōlōtl</i> ( <i>Proteus mexicanus</i> L., según Cabrera, 2002) que significa juguete o juguetón del agua ( <i>atl</i> = agua y <i>xōlotl</i> = juguetón o juguete o cosa pequeña) es una especie de anfibio caudado de la familia Ambystomatidae. Es endémico del sistema lacustre de la Cuenca de México y ha tenido una gran influencia en la cultura mexicana
ANP	Área Natural Protegida (Gobierno de México)
Axayácatl	Axayacate (palabra náhuatl para mosca de las cañas del agua, de <i>atl</i> = agua, <i>zayolin</i> = mosca, <i>ácatl</i> = caña). Este insecto no precisamente acuático pero que se reproduce en el agua, de la familia Corixidae y en especial su hueva, llamada <b>ahuautli</b> o <b>ahuahutli</b> o <b>ahuautle</b> o <b>ahuahutle</b> es el nombre españolizado ("bolitas de agua", en español), se utiliza como alimento desde la época prehispánica y como tal recibe el nombre popular de caviar mexicano. Se recoge de los tulares (tule, nombre común de las plantas acuáticas, tanto ciperáceas como tifáceas, en forma de espada, del náhuatl <i>tullin</i> , juncia o espadaña)
Carpas	Depredadores de los ajolotes. La carpa común, carpa europea o simplemente carpa es un pez de agua dulce, emparentado con la carpa dorada, con la cual puede incluso tener descendencia híbrida. Ha sido introducida en todos los continentes a excepción de la Antártida. Pueden vivir hasta 20 años
CDMX	Ciudad de México, México
Chinampa	Terreno de corta extensión en los lagos del Valle de México, donde se cultivan legumbres y flores. Originariamente las chinampas se formaban sobre un <i>tepechtle</i> o

Término	Significado
Desinencia	<p><i>chinámitl</i> de cañas o ramas cubiertas por la tierra vegetal (ahora conocida como 'composta' vegetal), de donde venía la idea de que eran jardines flotantes (Clavijero). Las chinampas son pequeños islotes ya consolidados y fijos, donde se cultivan hortalizas o jardines pequeños. Etimología: <i>Chinámitl</i> = tejido de ramas o cañas y <i>pan</i> = encima de (Cabrera, 2002)</p> <p>Del latín medieval <i>desinentia</i> y este derivado del latín <i>desinens</i>, <i>-entis</i>, participio presente de <i>desinere</i> acabar, finalizar. Palabra femenina. Gramática. Morfema flexivo pospuesto a la raíz, especialmente la de un verbo (<a href="https://dle.rae.es/desinencia?m=form">https://dle.rae.es/desinencia?m=form</a>)</p>
Huitzilopchtli	<p><b>Huitzilopchtli</b> lleva una máscara o casco de colibrí con una corona de plumas de quetzal, que se identifica con los dos Moctezuma (el Viejo y el Joven). <b>Huitzilopchtli</b>, cuyo nombre <b>significa</b> «Parte izquierda del colibrí azul», era el dios azteca del Sol y de la guerra (imagen del Códice Tovar, atribuido al jesuita mexicano del siglo XVI Juan de Tovar).</p>
	
	<p>El Códice Tovar, atribuido al jesuita mexicano del siglo XVI Juan de Tovar, contiene información detallada acerca de los ritos y las ceremonias de los aztecas (también conocidos como mexicas). El código está ilustrado con 51 pinturas en acuarela a toda página. Las pinturas, con una fuerte influencia de los manuscritos pictográficos anteriores a la conquista, presentan una calidad artística excepcional. El manuscrito se divide en tres secciones. La primera sección es una historia de los viajes de los aztecas antes de la llegada de los españoles. La segunda sección, una historia ilustrada de los aztecas, conforma el cuerpo principal del manuscrito. La tercera sección contiene el calendario Tovar. Esta ilustración, de la segunda sección, representa a Huitzilopchtli, sosteniendo una víbora o serpiente de cascabel turquesa en una mano y un escudo con las cinco direcciones del espacio y tres flechas en la otra. Huitzilopchtli lleva una máscara o casco de colibrí con una corona de plumas de quetzal, que se identifica con los dos Moctezuma (el Viejo y el Joven). Huitzilopchtli, cuyo nombre significa «Parte izquierda del colibrí azul», era el dios azteca del Sol y de la guerra. La <i>xiuhcoatl</i> (serpiente turquesa o de fuego) era su arma mística (<a href="https://www.wdl.org/es/item/6725/">https://www.wdl.org/es/item/6725/</a>) y es lo que aparece en el escudo de la bandera de México por lo que no es una serpiente sino este símbolo de poder (Durán-Domínguez de Bazúa, 2021b)</p>
INEGI	<p>Siglas para Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Desde inicios del siglo XXI el entonces gobierno federal le quitó al nombre la palabra Informática y, aunque conserva las siglas, ahora es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México</p>

Término	Significado
INPI	Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. <a href="https://www.gob.mx/inpi">https://www.gob.mx/inpi</a>
Metepantle	Del náhuatl <i>metl</i> , 'maguey' y <i>nepantla</i> , 'pared' o <i>panctli</i> 'en medio', 'rodeado de'). Es un concepto de la agricultura prehispánica mexicana que consiste en cultivar hileras de magueyes ( <i>Agave spp.</i> ) intercaladas con otras plantaciones como árboles frutales, maíz, frijol, calabaza, cebada, cempasúchil o quelites (Castro, 2019). Los magueyes cumplen la función de reforzar los bordos de las terrazas y evitan la erosión del suelo, permitiendo aprovechar sus componentes útiles. Viniegra-González y colaboradores (2019) señalan las oportunidades de aprovechar los agaves de los metepantles obteniendo la fructosa del aguamiel (conocida como fructana) para producir ácido láctico y con él polímeros biodegradables, además de muchos otros productos:

## Precios de venta para los derivados del agave

Producto	Rendimiento kg/ ha al año	Precio unitario (USD/kg)	USD /ha
Pulque (L)	50,000	\$ 0.5	\$ 25,000
Tequila (L)*	3,416	\$ 8.0	\$ 27,300
Lactato** (kg)	6,000	\$ 2.0	\$ 12,000
Ixtle tejido (kg)	2,000	\$ 12.5	\$ 25,000
Poliláctico (kg)	6,150	\$ 6.0	\$ 36,900
Bio-etanol (L)	3,500	\$ 0.7	\$ 2,450

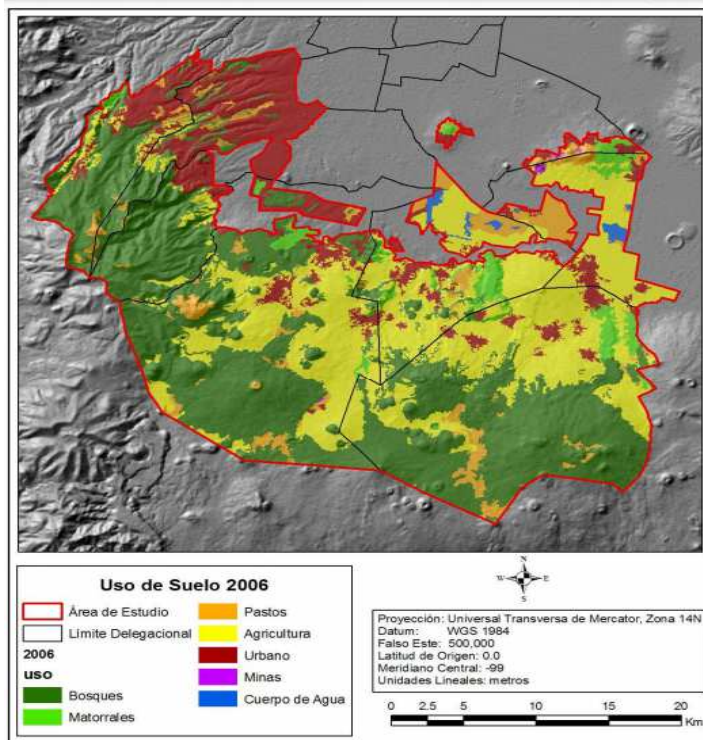
\*Datos del Consejo Reg. Tequila 2011 y Plan Rector: Sistema Producto Nacional Agave Tequilana.

\*\*[http://www.agave.co.kr/info/thesis/Agave\\_Prebiotic.pdf](http://www.agave.co.kr/info/thesis/Agave_Prebiotic.pdf); 10 Gg/ha

Milpa Alta	Alcaldía de la Ciudad de México, ubicada en su extremo sudoriental. Milpa significa lugar donde se inician los cultivos (del náhuatl <i>milli</i> , sementera y <i>pan</i> , en o encima de un lugar) de maíz
Mexico, México	Donde está el dios <i>Mexictli (Huitzilopochtli)</i> . De <i>Mexictli</i> , el del ombligo de maguey, de <i>metl</i> = maguey, <i>xictli</i> = ombligo, <i>co</i> = lugar. Nota: Tiene más de 20 etimologías (Cabrera, 2002)
msnm	Abreviatura de metros sobre el nivel (promedio) del mar
PAOT	Siglas para Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México, México
PTAR	Siglas para plantas de tratamiento de aguas residuales
Ruiz-de-Alarcón-y-Mendoza Juan	<b>Juan Ruiz de Alarcón</b> y Mendoza; Taxco o Ciudad de México, 1580 - Madrid, 1639). Autor dramático que, aunque nacido en México, es considerado una de las figuras más destacadas del teatro español de los Siglos de Oro. Era hijo de una familia acomodada de ascendencia española, ilustre sobre todo por el apellido materno. Su padre tenía una posición definida en la minería del Real de Minas de Tasco. Estudió en la Universidad de México desde 1592 y se trasladó a España en 1600, donde se graduó de bachiller en



Término	Significado
	<p>Cánones en el mismo año, y en Leyes en 1602 (Universidad de Salamanca).            Pero su estancia en España se hizo pronto económicamente difícil y sólo obtuvo apoyo de un pariente sevillano, ... . Quizá porque su familia había venido a menos, el joven licenciado no regresaría a su país de origen. Habiendo iniciado ya su labor literaria, las dificultades con que tropezó en la península ibérica lo impulsaron a entregarse de lleno al teatro. Cuando logra colocarse como relator interino en el Consejo de Indias (1626), parece acabarse la producción literaria que le había dado personalidad, pero que había sido también la causa de sus amarguras y sinsabores. En 1633 se le confirmó en propiedad el cargo            (<a href="https://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/ruiz_juan.htm">https://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/ruiz_juan.htm</a>)</p>
San Pedro Tláhuac	<p>Barrio originario de la CDMX. En un sentido esotérico, el nombre <b>Tláhuac</b> significa: "Tierra que emerge", connotación relacionada con la posición de Cuitláhuac, en la boca que unía los lagos de Xochimilco y Chalco            (<a href="https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enMX778MX778&amp;q=%C2%BFQu%C3%A9+significa+la+palabra+Tláhuac%3F&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=2ahUKEwidj5BpvDyAhWgRvEDHV5JBeUQzmd6BAhEEAU&amp;biw=1366&amp;bih=600">https://www.google.com/search?rlz=1C1PRFI_enMX778MX778&amp;q=%C2%BFQu%C3%A9+significa+la+palabra+Tláhuac%3F&amp;sa=X&amp;sqi=2&amp;ved=2ahUKEwidj5BpvDyAhWgRvEDHV5JBeUQzmd6BAhEEAU&amp;biw=1366&amp;bih=600</a>)</p>
Sierra del Ajusco-Chichinautzin	<p>Conocida también como <b>Serranía del Ajusco</b> o <b>Sierra de Chichinautzin</b> es una cadena montañosa mexicana localizada entre la Ciudad de México y los estados de Morelos y México (Barros-del-Villar, 2015). Está conformada por más de cien conos volcánicos entre los que destacan: El Tláloc (3690 msnm), el Chichinautzin (3430 msnm), el Xitle (3100 msnm), el Cerro Pelado (3600 msnm) y el Cuauhtzin (3510 msnm). Su máxima altura se encuentra en el pico Cruz del Marqués en el volcán Ajusco (3937 msnm) (Labougle y Alviar, 2010).</p>



(Labougle y Alviar, 2010)

Esta sierra comprende en parte las delegaciones de Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac, Milpa Alta y Magdalena Contreras en el sur de la Ciudad de México; los municipios de Huitzilac, Tepoztlán y Tlalnepantla en Morelos; y los municipios de Juchitepec y

Término	Significado
	Tepetlixpa, en el Estado de México. Esta cadena forma el punto más alto así como el límite sur de la Ciudad de México, separando el ahora Valle de México (antes cuenca endorreica) del valle de Cuernavaca y la sierra del Tepozteco. Emergió durante el período cuaternario, con una intensa actividad volcánica que cerró la cuenca lacustre de México, privándola de su único drenaje natural hacia la cuenca del río Balsas. La sierra del Ajusco forma parte de la subprovincia geológica de los lagos y volcanes del Anáhuac, localizada dentro del Eje Neovolcánico. Ya casi dos tercios de la parte inferior de su ladera está ocupada por asentamientos de familias de bajos recursos a quienes los gobiernos locales les deben proporcionar agua potable por los problemas de apropiación de los manantiales y de pago de la energía eléctrica ya que tampoco lo cubren y, para completar el círculo vicioso, vierten sus aguas negras al suelo contaminando los mantos freáticos por no tener solucionado tampoco el saneamiento ( <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Ajusco-Chichinautzin">https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_de_Ajusco-Chichinautzin</a> )
Sitio Ramsar	En la ciudad de Ramsar en Irán se realizó por primera vez una reunión mundial para proteger los humedales naturales, llamados los "riñones del planeta" por limpiar el agua de sus contaminantes especialmente los antropogénicos. Cada país inscribe sus áreas de humedales comprometiéndose a cuidarlos y protegerlos contra la depredación de sus propios ciudadanos. Xochimilco fue inscrito como sitio Ramsar por el Gobierno de México y sus habitantes no cuidan ese "humedal natural"
Tilapia	La tilapia del Nilo es una especie de pez de la familia Cichlidae en el orden de los Perciformes. La tilapia o mojarra es un pez de agua dulce, de 10 a 30 cm de longitud, de coloración distinta según las especies; es un pescado de origen africano de gran popularidad en México que fue introducidas desde 1964
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, México
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México
WHC-UNESCO	Siglas en inglés para <i>World Heritage Convention / United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization</i> (Convención para el Patrimonio Mundial de la Humanidad / Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Xochimilco forma parte de un sitio cultural Patrimonio de la Humanidad pero a nivel nacional también es un área natural protegida, lo que conlleva el involucramiento en la gestión del Ministerio del Ambiente, que actúa a través de la Comisión de Recursos Naturales del gobierno de la Federación. El paisaje lacustre de Xochimilco, ubicado a 28 km al sur de la ciudad, constituye el único recordatorio del uso tradicional del suelo prehispánico en las lagunas de la cuenca de la Ciudad de México. En medio de una red de pequeños canales, a orillas del lago residual de Xochimilco (brazo sur del gran lago drenado de Texcoco), aún se pueden encontrar algunas chinampas o jardines 'flotantes'. Partes de este paisaje mitad natural y mitad artificial son ahora una "reserva ecológica" ( <a href="https://whc.unesco.org/en/list/412/">https://whc.unesco.org/en/list/412/</a> )
Xochimilco	Lugar donde se cultivan flores o de origen de las flores. De <i>xochitl</i> = flor, <i>milli</i> = semilla, sementera, origen, <i>co</i> = lugar (Cabrera, 2002). Xochimilco se encuentra en la subcuenca Lago de Texcoco-Zumpango del Sistema Moctezuma-Tula-Pánuco. La cuenca, originalmente endorreica, fue abierta artificialmente en el siglo XVII. La superficie del lago de Xochimilco se fue reduciendo gradualmente, hasta la superficie actual constituida por los canales de la zona de chinampas, que son islas artificiales construidas en los bajos del lago. El lago era alimentado por las aguas de los manantiales que brotaban en los cerros aledaños. Estos fueron canalizados durante el porfiriato para abastecer de agua a Ciudad de México hasta su agotamiento en 1951 (Medellín-Milán, 2003). A partir de entonces, los canales de Xochimilco fueron alimentados con agua residual, actualmente tratada por la planta del cerro de la Estrella. Entre los más importantes de la zona chinampera están los canales Nacional, de Chalco - que desaguan el agua proveniente de la sierra Nevada ( <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Xochimilco">https://es.wikipedia.org/wiki/Xochimilco</a> )

---

## RECONOCIMIENTOS

La autora reconoce a todos(as) los(as) jóvenes que entusiastamente han participado en los proyectos relacionados con Xochimilco.

Asimismo quiere, nuevamente, como lo hizo en su artículo sobre el cempasúchil o *zempoalxóchitl*<sup>13</sup> el valioso trabajo académico de la **Dra. Adriana Elena Castro-Ramírez†**, quien se nos adelantó en el camino el pasado mes de julio de 2019. Su enorme entrega a la protección de la flora autóctona de México se ejemplificó en la contribución que engalanó ese documento con su valiosa aportación al conocimiento de su uso en las festividades prehispánicas de noviembre. Tuvo, además, a lo largo de su fructífera vida académica numerosos ejemplos de su extraordinaria valía como investigadora y, sobre todo, como ser humano.

### Descanse en paz†.

Acompañamos, la autora y sus colaboradores, a su querida familia y a sus colaboradores por sus valiosos apoyos y el envío de la copia digitalizada de su artículo publicado en la Universidad Autónoma de Chapingo.

También agradecemos cumplidamente el valioso apoyo que el **Prof. Dr. Alberto Faustino Aguilera-Alvarado†** quien siempre dio a nuestra revista su valioso tiempo y conocimiento desde que se creó en 2013, como se mencionó en la presentación. Sus aportaciones a las aplicaciones de la ingeniería química a los problemas creados por la minería en su estado natal, Guanajuato y a la docencia en ingeniería química, como director de la entonces Facultad de Química de la Universidad de Guanajuato y formando a innumerables generaciones de profesionistas, destacando los(as) ingenieros(as) químicos(as) enriquecieron siempre sus valiosas opiniones sobre el devenir de nuestra revista. Se nos adelantó en el camino que todos seguiremos:

### Descanse en paz†.

A ambos la autora les le dedica este opúsculo<sup>14</sup>, así como a sus queridas familias y colaboradores(as) académicos(as).

Por último, los reactivos, consumibles y materiales empleados en las investigaciones realizadas en Xochimilco por las y los estudiantes han sido 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 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. El Servicio Alemán de Intercambio Académico, DAAD por sus siglas en alemán, donó un equipo para analizar nitrógeno que resultó extraordinariamente útil para estas investigaciones. Nuestra contraparte alemana fue el Dr. Peter Kusch de eterna memoria, pionero

---

13 Flor de veinte pétalos por ser el número 20 la base de la numeración mexicana indicando con ello que tiene muchos pétalos (Tagetes erecta). De *cempoalli* = veinte, en el sentido de muchas y *xóchitl* = flor (Cabrera, 2002)

14 Opúsculo. Del latín *opusculum*, diminutivo de *opus* obra. Palabra masculina. Obra científica o literaria de poca extensión (<https://dle.rae.es/op%C3%BAsculo?m=form>)

de las investigaciones sobre el uso de los humedales artificiales o construidos o tecnificados para nuestros países del orbe.

## COOPERACIÓN ACADÉMICA

**Aguirre-López, Viridiana.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Barrera-Andrade, José Manuel.** Uso de la fotocatalisis para la degradación de compuestos agroquímicos en escorrentías. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Bernal-González, Marisela.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en agua y aguas residuales. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Borja-Urzola, Arany del Carmen.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en agua y aguas residuales. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Casarrubias-García, Mario.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Chávez-Espinosa, José.** Tesis Profesional de Química de Alimentos. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Correa-Castellanos, Israel.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Espinosa-Aquino, Beatriz.** Uso eficiente de la energía para la conservación de materiales biológicos. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México e Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

**García-Gómez, Rolando Salvador.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en materiales biológicos y alimentos. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**García-Jiménez, Federico Alfredo.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en agua y aguas residuales. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**García-Luna, Víctor Jesús.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en agua y aguas residuales. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**González-García, José Eduardo.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Granados-Hernández, Elías.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Hernández-Arriaga, Citlaly Marisol.** Tesis de Maestría en Ingeniería. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Hernández-Hernández, José Guadalupe.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**López-Andrade, Xicoténcatl.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

**Maciel-Luna, Miguel Ángel.** Tesis Profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. <http://www.132.248.9.195/ppt2002/0248393/Index.html>

**Mejía-Chávez, Adriana Guadalupe.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en materiales biológicos y alimentos. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Sánchez-Tovar, Salvador Alejandro.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en agua y aguas residuales. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Silva-Pichardo, Genovevo.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en materiales biológicos y alimentos. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

**Solís-Fuentes, Julio Alberto.** Identificación, cuantificación y tratamiento de contaminantes complejos en materiales biológicos y alimentos. Proyecto de Investigación interno. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-López, J.L., López-Sánchez, J., Villar-Salazar, C. 2013. Axolotl, letra por letra. Ciencia. 64(2):78-83. [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/64\\_2/PDF/Axolote.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/64_2/PDF/Axolote.pdf)

Aguirre-López, V., Correa-Castellanos, I., Maciel-Luna, M.A., Silva-Pichardo, G., Espinosa-Aquino, B., Sánchez-Tovar, S.A., García-Gómez, R.S., Bernal-González, M., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2020. Historia reciente del

- aprovechamiento integral del cempasúchil o zempoalxóchitl (*Tagetes erecta* L.): Desde las épocas en que se obtenían pigmentos mediante ensilado-prensado y deshidratación hasta ahora que su uso es principalmente como flor de ornato / *Recent history of the full use of cempasúchil or zempoalxóchitl (Tagetes erecta L.): From the times when pigments were obtained by silage-pressing and dehydration until now that it is mainly an ornamental flower.* *Ambiens Techné et Scientia Mexico.* 8(2):102-154.
- Álvarez, F., Rangel, R. 2007. Estudio poblacional del acocil *Cambarellus montezumae*. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* <http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIOD78-02/BIO078000218.pdf>
- Álvarez-Duarte, M.C., García-Moya, E., Suárez-Espinosa, J., Luna-Cavazos, M., Rodríguez-Acosta, M. 2018. Conocimiento tradicional, cultivo y aprovechamiento del maguey pulquero en los municipios de Puebla y Tlaxcala / *Traditional knowledge, cultivation and use of maguey pulquero in municipalities of Puebla and Tlaxcala.* *Polibotánica* (Instituto Politécnico Nacional). 45: 205-222, México. DOI: 10.18387/polibotanica.45.15. <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n45/1405-2768-polib-45-205.pdf>
- Amabilis-Sosa, L.E., Bernal-González, M., Cano-Rodríguez, M.I., Durán-Domínguez, M.d.C., Espinosa-Aquino, B., García-Gómez, R.S., Kappelmeyer, U., Navarro-Frómata, E.E., Ramírez-Burgos, L.I., Ruiz-Cárdenas, N.J., Salgado-Bernal, I., Salinas-Juárez, M.G., Sánchez-Tovar, S.A., Solís-Fuentes, J.A. 2018. Una tecnología que nos ayuda a tratar el agua residual (la que ya utilizamos), para proteger el ambiente: Humedales artificiales o construidos. Serie fascicular **Somos agua.** Órgano de divulgación de la Red Temática de Gestión de la Calidad y Disponibilidad del Agua. Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Número 2, 16 páginas. México. Agosto, 2000 ejemplares.
- Barros-del-Villar J. 2015. Estas son las montañas y volcanes que rodean la Ciudad de México. 30 de mayo. *MXCity* Guía de la Ciudad de México. <https://mxcity.mx/2015/05/estas-son-las-montanas-y-volcanes-que-rodean-la-ciudad-de-mexico/>
- Boletines UAM. 2017. En abandono, plantas de tratamiento de aguas residuales de los ríos Amecameca y La Compañía. Número 347. 27 de julio. Dirección de Comunicación Social. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, México. <http://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/347-17.html>
- Borja-Urzola, A.d.C. 2017. Influencia de la materia orgánica en la extracción en fase sólida de la atrazina y dos de sus metabolitos de degradación en muestras acuosas. Caso de estudio canales de Xochimilco, Cd.Mx., México. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas. UNAM. Defensa: Enero 15, 2017. <http://132.248.9.195/ptd2017/enero/0754226/Index.html>
- Borja-Urzola, A.d.C., Hernández-Arriaga, C.M., Miranda-Méndez, O.H., Salinas-Juárez, M.G., Bernal-González, M., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2018. Use of artificial wetlands as degradation systems of recalcitrant contaminants or transformers of energy to electricity. In *Artificial & Constructed Wetlands: A Suitable Technology for Sustainable Water Management.* María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa (Mexico), Amado Enrique Navarro-Frómata (Mexico), Josep María Bayona Termens (Spain), Eds. CRC Press, 1<sup>st</sup> edition. ISBN-10: 1138739189. ISBN-13: 978-1138739185. Chapter 3. Pp. 50-67. Boca Raton, Florida, U.S. (June 30, 2018).
- Cabrera, L. 2002. Diccionario de aztequismos. Obra póstuma. Puesta en orden y revisada por J. Ignacio Dávila-Garibi. Luis Reyes-García revisó los términos nahuas y Esteban Inciarte los que aparecen en latín. Colofón, S.A. 5ª edición. ISBN 968-867-038-3. Ciudad de México, México.
- Castro, J.A. 2020. La ciencia del meteplante, contra la pobreza. Los magueyes son una materia prima abundante que daría ocupación rentable y sostenible a miles de familias. *Vértigo Político.* 20 de noviembre de 2019. Consultado el 3 de noviembre de 2020. <https://www.vertigopolitico.com/todo-menos-politica/entretenimiento/la-ciencia-del-meteplante-contra-la-pobreza>
- Castro-Ramírez, A.E. 1994. Origen, naturaleza y usos del cempoalxóchitl. *Revista de Geografía Agrícola* (UACHapingo). 20:179-189. <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1585.pdf>
- Chávez-Espinosa, J. 2003. Determinación de la calidad microbiológica de hortalizas de mayor consumo en una zona de Xochimilco. Tesis profesional de Química de Alimentos. Facultad de Química, UNAM. Ciudad de México, México. <http://www.132.248.9.195/ppt2002/0323820/Index.html>
- Conabio. 2021. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: *Salix bonplandiana.* [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/62-salic2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/62-salic2m.pdf)
- Crónica. 2014a. Notimex. Hay avances en conservación de ajolote mexicano. Junio 11. <http://www.cronica.com.mx/notas/2014/838772.html>
- Crónica. 2014b. Notimex. Liberan en canales de Xochimilco ajolotes criados en cautiverio. Marzo 21. <https://www.cronica.com.mx/notas/2014/823192.html>
- Díaz-Favela, V. 2014. Los ajolotes 'desaparecen' en un primer censo hecho en Xochimilco. *Expansión.* Revista digital. <https://expansion.mx/planetacnn/2014/01/28/los-ajolotes-se-extinguen-en-un-primer-censo-hecho-en-xochimilco>
- Díaz-del-Castillo, B. 1568. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. Auténtica edición de 1632 - primera edición. Hay otra edición con fecha 1632, pero fue impresa en 1700, y lleva en la página 255 una nota que dice: "este capítulo, que es el último del original por parecer escusado se dexo de imprimir y oy a petición de un curioso se añade". El capítulo, aunque es 212, tiene el número 222, y trata de "las señales e planetas que hubo en el cielo en la Nueva España antes que en ella entrásemos". J. García Icazbalceta en "Bernal Díaz del Castillo". 540 páginas. <file:///C:/Users/Dra.%20Carmen%20Duran/Downloads/historia-verdadera-de-la-conquista-de-la-nueva-espana-953339.pdf>
- Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2021a. Xochimilco: Recuperación de la ecotecnología de las chinampas a través de la re-educación de propietarios de invernaderos, de autoridades de los tres niveles y de consumidores de flores eliminando los productos agroquímicos. En Segundo Foro Universitario del Agua. Marzo 22-26, 2021. Ponencia: Viernes 26 de marzo, 2021, 11:00-11:30 horas. UNAM, FES Iztacala. <http://tlali.iztacala.unam.mx/pipermail/uiicse/2021-March/001337.html>
- Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2021b. *Annex. Cultural breviary: Mexico City - Anexo.* Breviario cultural: La Ciudad de México. En *Sustainability and development: I. Socioecological Aspects - Sustentabilidad y desarrollo: I. Aspectos Socioecológicos.* Pp. 553-560. Ed. Editorial Eón-DAAD-UNAM. ISBN . Ciudad de México, México.

- Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C., Sánchez-Tovar, S.A. 2021. Las plantas de tratamiento de agua, un enfoque sostenible. En *Tecnologías para la gestión sostenible del agua*. Amado Enrique Navarro-Frómata, Raúl Jacobo Delgado Macuil, eds. Pub. CLAVE Editorial. Capítulo 8. Ciudad de México, Mexico.
- Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2008. Cambios globales en la Cuenca de México. Disponibilidad de agua y características geosféricas y su influencia en la calidad del aire. *Aquaforum*. 48(Enero-Marzo):19-25.
- El Sol de México. 2021. Quiénes son los nuevos alcaldes en la Ciudad de México. Sábado 7 de agosto de 2021. <https://www.elsoldemexico.com.mx/metropoli/cdmx/quienes-son-los-nuevos-alcaldes-en-la-cdmx-2021-204-7057121.html>
- García-Luna, V.J. 2017. Efecto de las concentraciones de cuatro de los principales productos metabólicos (desetilatrastina, deisopropilatrastina, 2-hidroxiatrastina y ácido cianúrico) de la atrastina sobre su descomposición en muestras de agua y sedimentos del sistema de canales de Xochimilco. Tesis de Doctorado. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Ambiental, UNAM. México. En proceso.
- García-Luna, V.J., Bernal-González, M., García-Jiménez, F.A., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. 2018. Xochimilco, Mexico, a natural wetland or an artificial one?. In *Artificial & Constructed Wetlands: A Suitable Technology for Sustainable Water Management*. Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.d.C. (Mexico), Navarro-Frómata, A.E. (Mexico), Bayona Termens, J.M. (Spain), Eds. CRC Press, 1<sup>st</sup> edition. ISBN-10: 1138739189. ISBN-13: 978-1138739185. Chapter 1. Pp. 1-24. Boca Raton, Florida, U.S. (June 30, 2018).
- García-Velasco, A. 2019. Entrevista personal. Miércoles 03 de octubre de 2018 y sábado 23 de febrero de 2019. Xochimilco, Ciudad de México.
- Garzón-Lozano, L.E. 2002. Flora y fauna. Instituto de Investigaciones Dr. José Mora. Delegación Xochimilco. <https://centrosconacyt.mx/centro-publico/mora/>  
<https://web.archive.org/web/20090303105904/http://www.xochimilco.df.gob.mx/delegacion/fauna.html>
- González-García, J.E. 2018. Degradación por hidrólisis química de la atrastina y algunos de sus productos de degradación. Ejemplo: Muestras de agua del sistema de canales de Xochimilco. Tesis profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, UNAM. Defensa: Mayo 24, 2018. 132.248.9.195/ptd2018/mayo/0773880/Index.html
- Hernández-Arriaga, C.M. 2018. Biodegradación del herbicida atrastina por un consorcio microbiano aislado de los canales de Xochimilco. Tesis de Maestría en Ingeniería (Ingeniería Ambiental - Agua). Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. UNAM. Defensa: Agosto 04, 2017. <http://132.248.9.195/ptd2017/junio/0760970/Index.html>
- INEGI. 2020a. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09>
- INEGI. 2020b. Prontuario de información geográfica. [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/09/09013.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/09/09013.pdf)
- INEGI. 2021. Presentación de resultados. Ciudad de México. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020\\_pres\\_res\\_cdmx.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_cdmx.pdf)
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2019. "*Ambystoma mexicanum*". *IUCN Red List of Threatened Species*. 2020: e.T1095A53947343. International Union for Conservation of Nature's (IUCN), Amphibian Specialist Group. [https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2019\\_amphibian\\_sg\\_report\\_publication.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/2019_amphibian_sg_report_publication.pdf)
- Labougle, J.M., Alviar, M.L. 2010. Actualización estadístico espacial como fuente de un ordenamiento territorial en la región de la zona sur de la Ciudad de México, en las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Alvaro Obregón, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco. EOT-11-2010. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México, México. <http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/EOT-11-2010.pdf>
- López-Bárceñas, F.<sup>15</sup> 2017. La vida o el mineral. Los cuatro ciclos del despojo minero en México. Akal/Interpares. ISBN 968-607-97537-1-9. Ciudad de México, México. [http://www.akal.com/libro/la-vida-o-el-mineral\\_35249](http://www.akal.com/libro/la-vida-o-el-mineral_35249)
- Maciel-Luna, M.A. 1997. Reconocimiento de honor en el servicio social 'Dr. Gustavo Baz Prada' 1997. Programa de ingeniería química ambiental y de química ambiental. Segunda etapa. Sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en la deshidratación de cempasúchil. Facultad de Química, UNAM. Carmen Durán-de-Bazúa, Responsable del Programa. Marzo 24, 1998. Ciudad de México, México.
- Maciel-Luna, M.A. 1997. Tratamiento biológico de aguas residuales del procesamiento de cempasúchil, estudio de prefactibilidad. Tesis profesional de Ingeniería Química. Facultad de Química, UNAM. Ciudad de México, México. Defensa: Abril 2. [Reconocimiento Servicio Social Dr. Gustavo Baz Prada.
- Milenio. 2021. Ella es Berenice Hernández, alcaldesa electa en Tlahuac. Junio 10. <https://www.milenio.com/politica/elecciones-2021/tlahuac-gana-berenice-hernandez-elecciones-cdmx-2021>
- Molina, L.T., Molina, M.J. 2002. Air Quality in the Mexico Megacity. An Integrated Assessment. Kluwer Academic Pubs. ISBN 1-4020-0452-4 (HB), ISBN 01-4020-0507-5 (PB). Dordrecht, Países Bajos.
- Ortiz-Ordóñez, E., López-López, E., Sedeño-Díaz, J.E., Uría, E., Morales, I.A., Pérez, M.E., Shibayama, M. 2016. Liver histological changes and peroxidation in the amphibian *Ambystoma mexicanum* induced by sediment elutriates from the Lake Xochimilco. *Journal of Environmental Sciences*. 46: 156-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2015.06.020>
- PAOTECA. 2017. Diagnóstico urbano ambiental para determinar el grado de perturbación del Canal La Santísima, Delegación Xochimilco. Estudio elaborado en la Dirección de Estudios y Dictámenes de Protección Ambiental, PAOT. Datos de

<sup>15</sup> Francisco López-Bárceñas es originario de la comunidad de Santa Rosa Caxtlanhuaca, en la mixteca oaxaqueña, Francisco López Bárceñas cuenta con estudios de posgrado en Derecho y Desarrollo Rural. Profesor, investigador y asesor de comunidades indígenas, ha desempeñado también cargos comunitarios en su localidad de origen y ha dedicado parte de su tiempo a documentar la historia de los pueblos mixtecos, de los movimientos indígenas contemporáneos y las transformaciones del Estado y su legislación. Entre sus libros más importantes se encuentran: *Legislación y derechos indígenas en México (1998)*; *Autonomía y derechos indígenas en México (1998)*; *La diversidad mutilada. Los derechos indígenas en el estado de Oaxaca (2001)*; *Rebeliones indígenas en la mixteca (2007)*; *El derecho de los pueblos indígenas a la consulta (2013)*; *El fuego y las cenizas: los pueblos mixtecos en la guerra de Independencia (2011)*; *Rebeldes solitarios. El magonismo entre los pueblos mixtecos (2013)*; *¡La tierra no se vende! Las tierras y los territorios de los pueblos indígenas en México (2015)* y *El régimen de la propiedad agraria en México (2017)*

- contacto: Revisión: Directora Biól. Zenia Saavedra-Díaz (zsaavedra@paot.org.mx) y Subdirectora: Biól. Oliva Pineda-Pastrana (opineda@paot.org.mx) Elaboró: Biól. Jessica Arcos-Castillo Biól. Valente Evaristo-Martínez Colaboraron: LPT Iván Leonárdez-Hernández, Pas. Geog. Marco Antonio Solís-García, Biól. Carlos David Consuelo-Rodríguez, Pas. Geog. Yair Ruiz-Pasarán. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México, México. <http://centro.paot.org.mx/index.php/publicaciones-paot/16-estudios-tecnicos/2473-diagn%C3%B3stico-urbano-ambiental-para-determinar-el-grado-de-perturbaci%C3%B3n-del-canal-la-sant%C3%ADsimas,-delegaci%C3%B3n-xochimilco>
- Ramírez-Martínez, I. 2021. San Pedro Tláhuac, barrio originario de la CDMX. Fotografía, Isaac Ramírez Martínez. Fotografías de mapas antiguos del Archivo General de la Nación, aporte Allan Edgar Lara Paredes. Fotografías del Fuego Nuevo, Aporte María de los Ángeles Galicia Rodríguez, Edgar Hernández Galicia, Isidra Ramírez Molina. Anexo de fotografías antiguas, Archivo General de la Nación, aporte Baruc Martínez Díaz, Aporte Grupo Cultural Autónomo Cuitláhuac Ticic, Juan Díaz Martínez y Familia Ramírez Martínez. Corrección de estilo, Jehieli Zurisadai Blanco Loyo. Edición y diseño editorial, Ana Karen Isalde Grégor. Coordinación, Norberto Zamora Pérez. Pub. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, INPI. México. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/631869/libro-san-pedro-tlahuac-barrio-originario-cdmx-inpi.pdf>
- Seducoahuila. 2021. Libros Tauro. <http://web.seducoahuila.gob.mx/biblioweb/upload/Alarcon,%20Juan%20Ruiz%20De%20-%20Mudarse%20Por%20Mejorarse.pdf>
- Valera-Pérez, M.A., Licona-Valencia, E., Soni-Peña, M.E., Zúñiga-Silverio, F.E., Urizar-Pastor, L.P., García-Sotelo, D.A., Vega-Hernández, M., Silveti-Loesa, Á., Ramírez-Castillo, L.A., Chavarín-Pineda, Y., Tenorio-Arvide, M.G. 2020. Recuperación de la Milpa Nahua como estrategia para la recarga del acuífero a partir de la conservación de suelos y rehabilitación del Metepantle en comunidades indígenas de las zonas de montaña de la cuenca Alto Atoyac (Estados de Puebla y Tlaxcala), desde un enfoque intercultural, territorial y socio-ambiental. En Foro sobre la apropiación social de tecnologías para la gestión sostenible del agua. Mesa de Trabajo: Calidad y cantidad de agua. Proyecto Conacyt 310812. Red Temática Gestión de la Calidad y Disponibilidad del Agua. Sesión virtual. Noviembre 5, 2020. Izúcar de Matamoros, Puebla, México.
- Vargas-Guadarrama, L.A. 2017. Milpa y monte, un antiguo binomio. En VII Congreso Internacional de la Academia de Ciencias, Artes, Tecnología y Humanidades. Octubre 18-21. Ciudad de México.
- Viniega-González, G. 2019. El metepantle (milpa entre magueyes) antiguo sistema con futuro sostenible. Los investigadores escriben. Investigación y Desarrollo, INVDES. Agosto 23, 2019. <https://invdes.com.mx/politica-cyt-i/el-metepantle-milpa-entre-magueyes-antiguo-sistema-con-futuro-sostenible/>
- Viniega-González, G., de-la-Torre, M., Favela-Torres, E., Cruz-Guerrero, A.E., Figueroa-Martínez, F., Cázarez-Jiménez, E. 2019. Universidad Autónoma Metropolitana. Centro de Investigación y Desarrollo en Agrobiotecnología Alimentaria. <https://impinforma.mx/wp-content/uploads/2019/11/EL-METEPANTLE-OCT-19.pdf>

## Anexo 1: Historia verdadera de la conquista de la Nueva España

([https://es.wikipedia.org/wiki/Historia\\_verdadera\\_de\\_la\\_conquista\\_de\\_la\\_Nueva\\_Espa%C3%B1a](https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_verdadera_de_la_conquista_de_la_Nueva_Espa%C3%B1a))

La *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* es una obra de Bernal Díaz del Castillo, que fue uno de los soldados participantes en la mayoría de las jornadas de la conquista de México en el siglo XVI. Los biógrafos de Díaz del Castillo coinciden en que 1568 fue la fecha de la conclusión del manuscrito. Una copia manuscrita llegó a España en 1575 (7 años después) (en el siglo XVI era habitual la circulación manuscrita de las obras), la cual sirvió de base a la primera edición impresa, que fue publicada póstuma en 1632<sup>16,17</sup>.

De ella existen dos ediciones diferentes en la que consta el año 1632 en portada, pero solamente una fue impresa "verdaderamente" en ese año, aunque con dos variantes de estado (que no de edición); la segunda es una falsificación o edición contrahecha que imita la primera variante de estado y fue hecha a finales del siglo XVII o principios del XVIII, aunque muchos siguen considerándola primera edición.

La auténtica primera lleva una portada calcográfica de Juan de Courbes y sus dos variantes o estados, según fundamenta el estudio tipo bibliográfico exhaustivo de Carlos Fernández González<sup>18</sup> se distinguen en que una cuenta con un capítulo final que no tiene la otra y corrige dos erratas tipográficas (en la signatura li3 y en el año de apostilla marginal en el f. 251v), además de otros rasgos diversos.<sup>7</sup> Es una obra de estilo cautivador desde las primeras líneas. Narra el proceso de la conquista de México de una manera ruda, aunque sencilla, ágil y directa. Cada página es un retrato pintoresco plagado de detalles. Leer su libro es transportarse al pasado y vivir al lado de un soldado todos los sucesos de la conquista: descripciones de lugares, relatos de personajes, anécdotas, críticas agudas y angustiantes relaciones de

16 Solís y Rivadeneira, Antonio de (1684). *Historia de la conquista de México, población y progresos de la América septentrional, conocida con el nombre de Nueva España*. Porrúa. ISBN 968-432-059-0. Ciudad de México, México

17 Barbón Rodríguez, José Antonio (2005). «Fuentes de la «Historia Verdadera»: manuscritos, en Bernal Díaz del Castillo». *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España: Manuscrito «Guatemala»*. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 9789681211967. pp. 43 y subsecuentes

18 Fernández González, Carlos (julio-diciembre de 2011). «Análisis tipográfico de las dos primeras ediciones de la Historia verdadera de la conquista de la Nueva España de Bernal Díaz del Castillo». *Boletín de la Real Academia Española*. XCI, cuad. 304

fatiga y peligros enfrentados. Cada uno de los doscientos catorce capítulos se convierten en una vivencia para el lector. Como muestra de la sencillez de su estilo, Bernal narra un asombroso fragmento de cuando los españoles entraron por primera vez a la Ciudad de México:

«Luego otro día partimos de Estapalapa<sup>19</sup>, muy acompañados de (...) grandes caciques, íbamos por nuestra calzada adelante, la cual está ancha de ocho pasos, y va tan derecha a la ciudad de México, que me parece que no se torcía poco ni mucho, y puesto que es bien ancha toda iba llena de aquellas gentes que no cabía, unos que entraban en México y otros que salían, y los indios que nos venían a ver, (...) estaban llenas las torres y los cués [templos] y en las canoas y de todas partes de la laguna, y no era cosa de maravillarse, porque jamás habían visto caballos ni hombres como nosotros».



Portada de la primera edición (1632)

Si estamos interesados en saber lo que comía Moctezuma, podemos recurrir a la Historia Verdadera:

«En el comer, le tenían sus cocineros sobre treinta maneras de guisados, hechos a su manera y usanza y teníanlos puestos en braseros de barro chicos debajo, porque se enfriasen, y de aquello que Moctezuma había de comer guisaban más de trescientos platos (...) cotidianamente le guisaban gallinas, gallos de papada, faisanes, perdicos de tierra, codornices, patos mansos y bravos (...) él sentado en un asentadero bajo, rico y blando, y la mesa también baja (...) allí le ponían sus manteles de mantas blancas (...) y cuatro mujeres muy hermosas y limpias le daban agua en unos **xicales** (...) y le daban sus toallas, y otras dos mujeres le traen el pan de **tortillas**».

Su obra también ofrece información sobre los enfrentamientos entre indios y soldados españoles en medio de la conquista:

«...Cada día menguaban nuestras fuerzas y la de los mexicanos crecían, y veíamos muchos de los nuestros muertos y todos los demás heridos, y aunque peleábamos muy como varones no podíamos hacer retirar ni que se apartasen los muchos escuadrones que de día y de noche nos daban guerra, y la pólvora apocada, y la comida y el agua por consiguiente, (...) en fin, veíamos la muerte a los ojos, (...) y fue acordado por Cortés y por todos nuestros capitanes y soldados de que noche nos fuésemos, cuando viésemos que los escuadrones guerreros estuviesen más descuidados (...) Y estando en esta manera cargan tanta multitud de mexicanos a quitar la puente y a herir y a matar en los nuestros (...) y como la desdicha es mala en tales tiempos, ocurre un mal sobre otro; como llovía resbalaron dos caballos y caen en el agua (...) De esta manera que aquel paso y abertura se hinchó de caballos muertos y de indios e indias».

Sin embargo, no fue precisamente el hecho de dar a conocer las hazañas de los españoles en un libro de aventuras lo que lo motivó a escribir su *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*, cuarenta años más tarde. El verdadero móvil fue el de nunca sentirse bien retribuido en premios (tierras e indios) y recompensas a sus múltiples méritos. Su Historia Verdadera es una desmesurada relación de méritos en la conquista de la Nueva España. Hace hincapié en la poca gloria que dejó Hernán Cortés a los soldados, artífices de la conquista. Es frecuente encontrar en la *Historia verdadera* comentarios sobre el cronista real Francisco López de Gómara y su Historia general de las Indias. Bernal le acusa de hablar a sabor de su paladar, alabando a Cortés, callando y encubriendo las hazañas de los soldados. Su argumento era que escribían historias quienes no se hallaron presentes en la Nueva España y sin tener relación en lo realmente acontecido. A este respecto, nuestro cronista escribe:

«... Estando escribiendo en esta mi crónica, acaso vi lo que escribieren Gómara e Illiescas y Jovio en las conquistas de México y Nueva España y desde que las leí y entendí (...) y estas mis palabras tan grotescas y sin primor, dejé de escribir en ella, y estando presentes tan buenas historias

<sup>19</sup> La actual Iztapalapa en la Ciudad de México (nota de la autora)

y con este pensamiento torné a leer y mirar muy bien las pláticas y razones que dicen en sus historias y desde principio y medio no hablan de lo que pasó en la Nueva España...».

Caída la Ciudad de México-Tenochtitlan, Bernal Díaz se fue a residir a Coatzacoalcos. En 1541 (cuando se fundaba la ciudad de Valladolid, hoy Morelia) resolvió ir a Santiago de Guatemala, lugar donde murió en el año 1584, contando más de ochenta y cuatro años de edad. Con lo anterior mencionado, podemos responder a nuestra pregunta inicial: Díaz del Castillo escribió la "Historia verdadera" como prueba de sus servicios a la Corona, para así exigir recompensas. Era una respuesta a las crónicas que enaltecían a Cortés dándole toda la gloria, reduciendo a nada el esfuerzo del soldado español.

Sin embargo, Bernal Díaz del Castillo no deja de tener sus críticos. W. Arens, autor del libro *El mito del comehombres*, no deja de recordarnos que nunca tomó notas y nunca aprendió a hablar las lenguas indígenas y, no obstante, es capaz de describirnos diálogos enteros de los indígenas desde el primer día que pisaron el continente. Sin embargo, tal como Bernal lo escribió, conocía la lengua indígena de Cuba, y la conquista se hizo con la presencia casi constante de 'lenguas' que traducían los idiomas locales, además de usar el lenguaje universal de las manos. Algunos de estos diálogos tienen una gran semejanza con pasajes de las aventuras de Hans Staden, un libro muy popular en su época y que relata las penurias de un mercenario alemán en la costa atlántica del Brasil hacia 1550. Algunos de sus relatos se contraponen con las versiones indígenas, y otros, como su descripción del tzompantli del Templo Mayor, son físicamente imposibles. Bernal reporta haber contado 100 000 cráneos, pero en las reconstrucciones del tzompantli no caben más de 1800. Christian Duverger, antropólogo francés que se ha especializado en historia de Mesoamérica, va más lejos en su libro publicado en 2012, *Crónica de la eternidad*, atribuyendo la autoría de la obra de Bernal Díaz al propio conquistador de México, Hernán Cortés<sup>20</sup>. Sin embargo, la tesis de Duverger ha sido refutada, entre otros, por el académico español Guillermo Serés, quien defiende la autoría de Bernal Díaz de la obra que siempre se le ha atribuido.<sup>21</sup>

## Referencias

1. ↑ [Solís y Rivadeneyra, Antonio de](#) (1684). *Historia de la conquista de México, población y progresos de la América septentrional, conocida con el nombre de Nueva España*. Porrúa. ISBN 968-432-059-0.
2. ↑ [Barbón Rodríguez, 2005](#), Barbón Rodríguez, José Antonio (2005). «Fuentes de la «Historia Verdadera»: manuscritos, en Bernal Díaz del Castillo». *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España: Manuscrito «Guatemala»*. Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN 9789681211967. pp. 43 y ss
3. ↑ Fernández González, Carlos (julio-diciembre de 2011). «Análisis tipográfico de las dos primeras ediciones de la Historia verdadera de la conquista de la Nueva España de Bernal Díaz del Castillo». *Boletín de la Real Academia Española*. XCI, cuad. 304.
4. ↑ (Periódico *La Jornada*) [Hernán Cortés es el verdadero autor de la Historia verdadera de la Conquista de la Nueva España, dice el arqueólogo y antropólogo francés Christian Duverger](#) Con acceso el 5 de febrero de 2013.
5. ↑ (Periódico *El País*) [El verdadero autor de 'La historia verdadera', por Guillermo Serés](#) Con acceso el 15 de noviembre de 2013.

## Bibliografía

- *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*, México / Ciudad Real: Miguel Ángel Porrúa / Universidad de Castilla-La Mancha, 2001, 3 vols., edición facsimilar del código autógrafa, 1568. Incluye "Documentos sobre la restauración", Biblioteca del Congreso Washington, D. C., US. 1951-1952. El vol. I es el facsímil de la edición de 1568. El volumen II incluye "Texto comparado: edición de [Alonso Remón](#)" (1632) y paleografía de [Genaro García](#) (1904). El vol. III incluye textos críticos a cargo de [Ernesto de la Torre Villar](#), [Francisco de Icaza Dufour](#), [Edgar Juan Aparicio](#), [Alejandro Mayagoitia](#), [Luis González y González](#), [Luis Weckmann](#) et al. 1564 págs.

La autora hace uso de manera frecuente de la enciclopedia que da conocimiento rápido, conocida como wikipedia (por la palabra hawaiana wiki, rápido y pedia, del griego παιδεία, paideia, conocimiento) hecha por todas las personas que quieren participar en ella. Naturalmente, debe uno leer cada entrada con espíritu crítico porque muchas veces tienen errores. Sin embargo, es algo meritorio ya que permite ver lo que las personas escriben y cómo lo escriben:



**¡Wikipedia en español cumple 20 años!**

Participa en las actividades que distintos grupos han preparado para conmemorar estos 20 años de conocimiento libre.  
¡Únete a la celebración!

20 (Periódico *La Jornada*) [Hernán Cortés es el verdadero autor de la Historia verdadera de la Conquista de la Nueva España, dice el arqueólogo y antropólogo francés Christian Duverger](#). Con acceso el 5 de febrero de 2013

21 (Periódico *El País*). [El verdadero autor de 'La historia verdadera', por Guillermo Serés](#). Con acceso el 15 de noviembre de 2013

**Anexo 2:** Superficie de la Ciudad de México y sus demarcaciones políticas

Alcaldías	Población (2020)*	Superficie (km <sup>2</sup> )	Densidad de habitantes (km <sup>2</sup> )	Código postal
<a href="#">Álvaro Obregón</a>	759 137	96.17	7 894	01000 - 01999
<a href="#">Azcapotzalco</a>	432 205	33.66	12 840	02000 - 02999
<a href="#">Benito Juárez</a>	434 153	26.63	16 303	03000 - 03999
<a href="#">Coyoacán</a>	614 447	54.4	11.295	04000 - 04999
<a href="#">Cuajimalpa de Morelos</a>	217 686	80.95	2 689	05000 - 05999
<a href="#">Cuauhtémoc</a>	545 884	32.4	16 848	06000 - 06999
<a href="#">Gustavo A. Madero</a>	1 173 351	94.07	12 473	07000 - 07999
<a href="#">Iztacalco</a>	404 695	23.3	17 369	08000 - 08999
<a href="#">Iztapalapa</a>	1 835 486	117	15 687	09000 - 09999
<a href="#">Magdalena Contreras</a>	247 622	74.58	3 320	10000 - 10999
<a href="#">Miguel Hidalgo</a>	414 470	46.99	8 820	11000 - 11999
<a href="#">Milpa Alta</a>	<b>152 685</b>	<b>228.41</b>	<b>668</b>	<b>12000 - 12999</b>
<a href="#">Tláhuac</a>	<b>392 313</b>	<b>85.34</b>	<b>4 597</b>	<b>13000 - 13999</b>
<a href="#">Tlalpan</a>	699 928	312	2 243	14000 - 14999
<a href="#">Venustiano Carranza</a>	443 704	33.4	13 284	15000 - 15999
<a href="#">Xochimilco</a>	<b>442 178</b>	<b>122</b>	<b>3 624</b>	<b>16000 - 16999</b>

\* [https://es.wikipedia.org/wiki/Demarcaciones\\_territoriales\\_de\\_la\\_Ciudad\\_de\\_M%C3%A9xico](https://es.wikipedia.org/wiki/Demarcaciones_territoriales_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico)

\*\*INEGI (2020)

---

---

## Recuperación hidrometalúrgica de cobre a partir placas de circuitos impresos (PCI) desechadas

### *Hydrometallurgical recovery of copper from discarded printed circuit boards (PCBs)*

**Juanita del Carmen Sánchez-González<sup>a</sup>, Zeferino Gamiño-Arroyo\*<sup>a</sup>,  
Fernando Israel Gómez-Castro<sup>a</sup>, Beatriz Eugenia Rubio-Campos<sup>b</sup>, Lorena  
Eugenia Sánchez-Cadena<sup>c</sup>, Agustín Ramón Uribe-Ramírez<sup>a</sup>**

\* Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto., 36050, México. Tel. 4737320006 ext. 1427, 8139. Correo electrónico: gaminoz@ugto.mx

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, 36050 Guanajuato, Gto., México

<sup>b</sup>Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Alameda s/n, 36000 Guanajuato, Gto., México

<sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Guanajuato, Juárez 77, 36000 Guanajuato, Gto., México

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Junio 10, 2021

Aceptado: Junio 30, 2021

#### Resumen

Se presenta un estudio sobre la recuperación de cobre a partir de placas de circuitos impresos desechadas. Inicia con la recolección de las placas, continuando con la reducción de tamaño del material y su clasificación. Después se realiza la etapa de lixiviación en condiciones ácidas a temperatura de 60 a 80°C, lo que permite obtener el metal en solución, en concentraciones de cobre de 9.7 a 12.2 g/L. Para separar el cobre de la solución, se utiliza la extracción líquido-líquido con el agente extractante (AcorgaM5774®) diluido en queroseno, que es altamente selectivo para cobre. La etapa siguiente es la reextracción (*stripping*), que consiste en poner en contacto la fase orgánica cargada con el metal y una solución de ácido sulfúrico, con la finalidad de regenerar el agente extractante por intercambio iónico y obtener en solución acuosa el metal, para enviarlo a la etapa de electrodeposición, en la que se obtiene el cobre metálico con excelentes valores de eficiencia.

**Palabras clave:** Cobre, reciclado, tratamiento hidrometalúrgico, placas circuitos impresos (PCI)

#### Abstract

*A study on the recovery of copper from discarded printed circuit boards is presented. The procedure starts with the collection of the plates, continuing with the reduction of the size of the material and its classification, which allows obtaining different granulometries. In the second step leaching is carried out with sulfuric acid and hydrogen peroxide at a controlled temperature, 60 to 80°C, registering concentrations of copper in solution of 9.7 and 12.2 g/L, respectively. In the third stage to separate copper from the solution, liquid-liquid extraction with a specific extracting agent for copper is used. Finally, in the fourth stage, electrodeposition is performed to obtain metallic copper with excellent extraction efficiency values.*

**Keywords:** Copper, recycling, hydrometallurgical treatment, printed circuitsboards (PCBs)

#### Introducción

El desarrollo de los aparatos eléctricos y electrónicos ha aumentado rápidamente y en las últimas décadas ha contribuido a su vez al incremento de los denominados Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) o WEEE por sus siglas en inglés (*Waste Electrical and Electronic Equipment*). Se

---

estima que en el 2016 se generaron: 44.7 millones de toneladas de RAEE a nivel mundial, con un incremento de 3-5% anual. En América, México es el tercer país generador de basura electrónica con aproximadamente 1.0 millón de toneladas por año, sólo después de Estados Unidos y Brasil que generan 6.3 y 1.5 millones de toneladas, respectivamente (Baldé et al., 2017). Se ha encontrado que estos residuos pueden contener alrededor del 20% en masa de cobre (Harue-Yamane et al., 2011), que es mucho más que la cantidad de cobre presente en sus minerales para explotación minera (Concha-M., 2017), hay reportes que indican que puede llegar hasta el 30% en masa de cobre (Cui y Anderson, 2016), por lo que los RAEE pueden considerarse como una fuente secundaria para este metal, fomentándose la preservación de los recursos naturales, además de que puede ser económicamente rentable.

En México, estos residuos no se consideran peligrosos y solamente se debe presentar un plan de manejo (Diario Oficial de la Federación, 2013). El no disponer de una adecuada disposición o manejo de estos residuos puede generar un problema ambiental importante y un desafío en cuanto al desarrollo de tecnologías de proceso sostenibles y que sean capaces de hacer frente al volumen y complejidad de estos RAEE, con métodos de bajo costo y de menor impacto ambiental (Perkins et al., 2014).

La mayoría de los procesos inician con el desmantelamiento, retirando compuestos plásticos y materiales tóxicos y para la disminución de tamaño se utilizan molinos y pulverizadores. Se han propuesto procesos de alta temperatura, pero estos tienen el inconveniente de la emisión de contaminantes y la formación de escorias con contenido múltiple de metales donde es complicada la recuperación final (Chaverra y Restrepo, 2013). En los últimos años la atención se ha centrado en procesos hidrometalúrgicos, los cuales son una opción con posibilidad de aplicación industrial debido a los relativos bajos costos de capital, menor impacto ambiental y altas recuperaciones de metales (Tuncuk et al., 2012). Estos procesos consisten en una primera etapa en la que los metales son lixiviados en medio ácido o alcalino y luego un segundo paso que consiste en la purificación de la solución para separar los elementos de interés. Entre los métodos de purificación se ha reportado la precipitación (Saidan et al., 2012), las sales fundidas (Flandinet et al., 2012), la absorción por membranas (Valdés et al., 2013), los líquidos iónicos (Zhu et al., 2012), la electrodeposición (Guimarães et al., 2014), la extracción líquido-líquido entre otros.

En esta investigación se propone utilizar la extracción líquido-líquido para separar al cobre de la solución lixiviada. La extracción líquido-líquido es un proceso en que se separan uno o más solutos de un líquido transfiriéndolo(s) a otra fase líquida y que son parcial o completamente inmiscibles (Treybal, 2003) y ha mostrado excelentes resultados para recuperar el cobre de licores de lixiviación (Hernández-Pacheco y Noyola, 2007). Para la obtención final del metal se utiliza una electrodeposición a las condiciones adecuadas (Alguacil, 1998).

## **Metodología**

### ***Recolección, preparación y molienda de muestras***

El material se obtuvo de la recolección de placas de circuito impresas provenientes de centros de recolección de residuos. Se desmantelaron retirando los componentes plásticos y electrónicos como: Capacitores, resistencias, diodos, entre otros. Después se cortaron transversalmente y se trituraron en un molino de martillos.

### ***Lixiviación***

Se determinaron las condiciones a las que se obtenía un mayor porcentaje de disolución del cobre utilizando una mezcla de ácido sulfúrico (Karal) y dosificando peróxido de hidrógeno (Karal), con una relación de sólido/líquido (1/10), a temperatura entre 60 y 80°C, con agitación magnética (Birloaga et al., 2013). La concentración se midió por espectrofotometría de absorción atómica (EAA) con un equipo *AAAnalyst 200*, Perkin Elmer.

### Separación

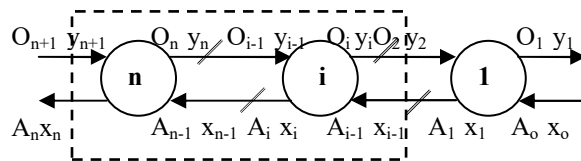
Se hizo mediante extracción líquido-líquido. Para la extracción la fase acuosa es la solución filtrada de la lixiviación ajustada a pH de 2 a 3 con hidróxido de sodio (Karal) y la fase orgánica se prepararon con un agente extractante, AcorgaM5774 (Cytec Solvay), diluido en queroseno (Reasol). El tiempo de contacto entre las fases fue de 10 a 30 minutos por medio de agitación magnética de 500 a 600 rpm, a temperatura ambiente y después las fases se separaron. La fase acuosa se analizó por EAA y la fase orgánica se determinó por balance de masa. El rendimiento de extracción (% Ext) se determinó con la ecuación (1):

$$\% \text{ Ext} = \frac{[\text{Cu}]_{\text{org}}}{([\text{Cu}]_{\text{ac}} + [\text{Cu}]_{\text{org}})} 100\% \quad (1)$$

donde  $[\text{Cu}]_{\text{org}}$  y  $[\text{Cu}]_{\text{ac}}$  correspondieron a las concentraciones del metal en la fase orgánica y en la fase acuosa, respectivamente. Para la reextracción se utilizó ácido sulfúrico recuperando el agente extractante. El rendimiento de reextracción (% Reex o Des) se calculó con la ecuación (2):

$$\% \text{ Des} = \frac{[\text{Cu}]_{\text{ac}}}{([\text{Cu}]_{\text{ac}} + [\text{Cu}]_{\text{org}})} 100\% \quad (2)$$

Con las mejores condiciones de extracción y de reextracción se obtuvieron las isothermas de estos procesos ajustándoles un modelo matemático para determinar el número de etapas de extracción y reextracción por el método de McCabe-Thiele, para un sistema de extracción en contracorriente, como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Esquema de la extracción en flujo en contracorriente

Las etapas de extracción se determinaron con la isoterma de extracción y un balance de materia entre las etapas  $i$  y  $n$ , donde cada etapa se consideraba en equilibrio y las fases orgánica (O) y acuosa (A) se consideraban completamente inmiscibles, con una relación de flujo volumétrico (A/O) constante. Para un extractante nuevo, la concentración de metal es igual a cero ( $y_{n+1} = 0$ ) y la concentración a la salida en la fase acuosa ( $x_n$ ), se obtuvo de la recta de operación, ecuación (3):

$$y_i = \frac{A}{O} (x_{i-1} - x_n) \quad (3)$$

Con la concentración inicial y final del metal en la fase acuosa; las condiciones de extracción y un programa iterativo se determinó el número de etapas para la separación. La reextracción consistió en el contacto entre la fase orgánica (cargada con cobre) y ácido sulfúrico, para recuperar el agente extractante y obtener al metal en solución. Las etapas de la reextracción se obtuvieron de forma similar que para la extracción.

La electrodeposición se realizó utilizando la solución acuosa de la desextracción o desorción con electrodos de plomo y acero inoxidable a una temperatura de 50 a 55°C y las condiciones de intensidad y voltaje fueron controladas con una fuente de poder (Steren PRL-25).

## Resultados y discusión

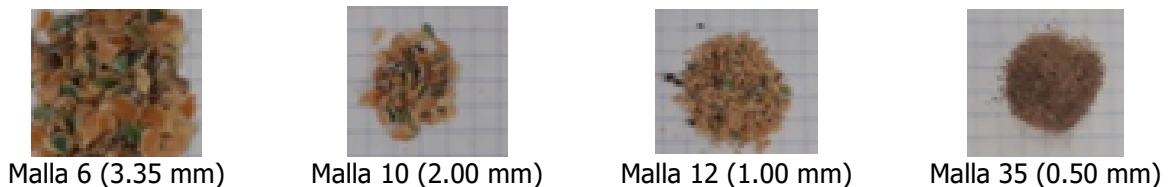
### *Recolección, trituración y análisis granulométrico*

Como se mencionó en la metodología, al material recolectado se le retiraron capacitores, resistencias, plásticos y otros materiales. Después se trituraron y molieron en el equipo que se presenta en la Figura 2.



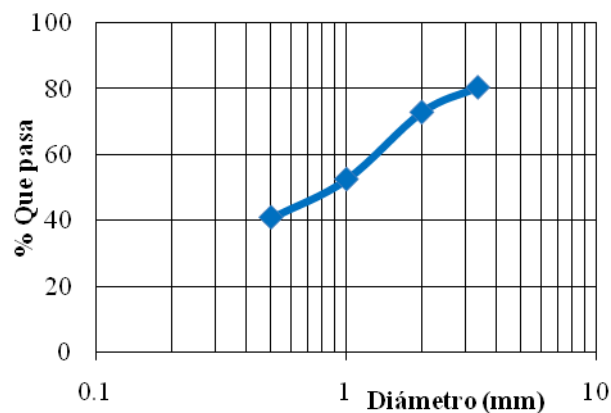
**Figura 2.** Equipo de molienda

Después se registraron las masas de cada fracción separadas con las mallas que se muestran en la Figura 3, obteniendo un total de 135.53 g.



**Figura 3.** Fracciones obtenidas del material triturado

La curva granulométrica se presenta en la Figura 4, se puede apreciar que la mayor parte del material se encuentra clasificado entre diámetros 2 y 3.35 mm, correspondientes al 73 y 80%, respectivamente.



**Figura 4.** Distribución granulométrica

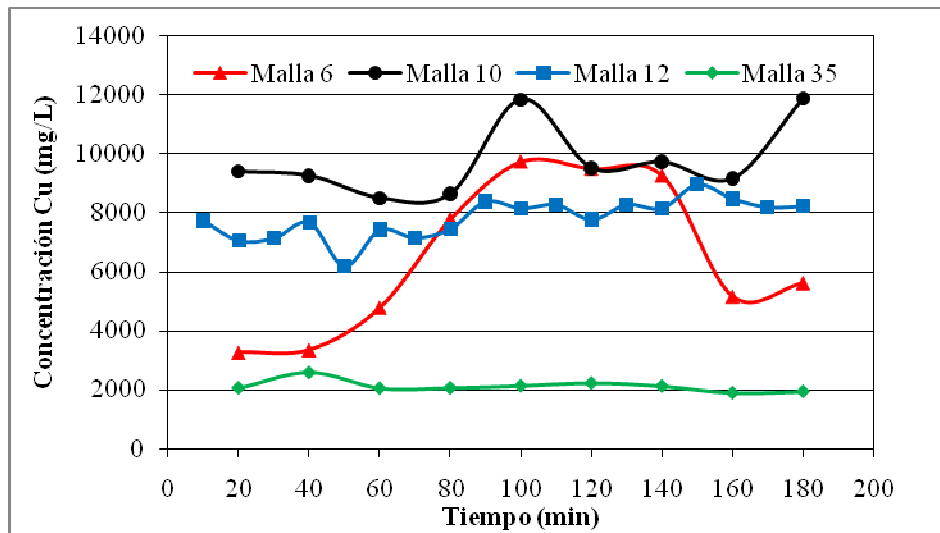
### Lixiviación

El proceso se realizó con muestras de 10 g agregando una mezcla de 80 mL de ácido sulfúrico (2 mol/L) y 10 mL de peróxido de hidrógeno (20% v/v) en un matraz de tres bocas a reflujo con agua de enfriamiento a una temperatura de 70°C, la cual es controlada por un baño de agua y agitación magnética de 650 rpm como se muestra en la Figura 5, durante 180 minutos. Después de 80 minutos se adicionaron 10 mL más de peróxido de hidrógeno y cada 20 minutos se recolectaban muestras y se medía la concentración por EAA a las disoluciones apropiadas.



**Figura 5.** Sistema de lixiviación

Los resultados de la lixiviación se presentan en la Figura 6.



**Figura 6.** Evolución de la lixiviación para cada fracción en función del tiempo

En la Figura 6 se observa que, para los tamaños de partícula de tamices 6 y 10, se obtienen concentraciones de cobre en solución de: 12.2 y 9.7 g/L, respectivamente, con un tiempo de contacto de 100 min.

### Extracción líquido-líquido / Reextracción (*stripping*)

La solución filtrada de la lixiviación se puso en contacto con la solución del agente extractante (Acorga M5774) diluido en queroseno al 30% (v/v), en una relación de fases de uno a uno y ajustando el pH a 3 usando el agente respectivo, ya que este valor de pH es recomendable para el mayor rendimiento de extracción. La temperatura fue de 24°C. La reacción se representa por la ecuación 4, donde RH representa el agente extractante:



La Figura 7 presenta la fase acuosa rica en cobre (izquierda) y la fase orgánica inicial (derecha). En la Figura 8 se muestran las fases después de la extracción, la orgánica a la izquierda y la acuosa a la derecha. Con base en los resultados de la lixiviación, para obtener la isoterma de extracción se utilizó una solución de 12 g/L, variando la relación de fases A/O y manteniendo constantes la concentración del agente extractante Acorga M5574, el pH, la temperatura y el tiempo de contacto de fases. El cálculo de las etapas con diferentes valores de A/O se presenta en las Figuras 9 y 10.



Figura 7. Fases antes de extracción

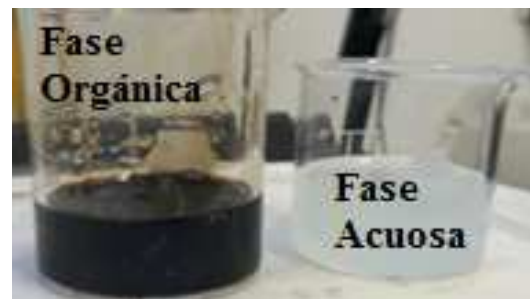


Figura 8. Fases después de la extracción

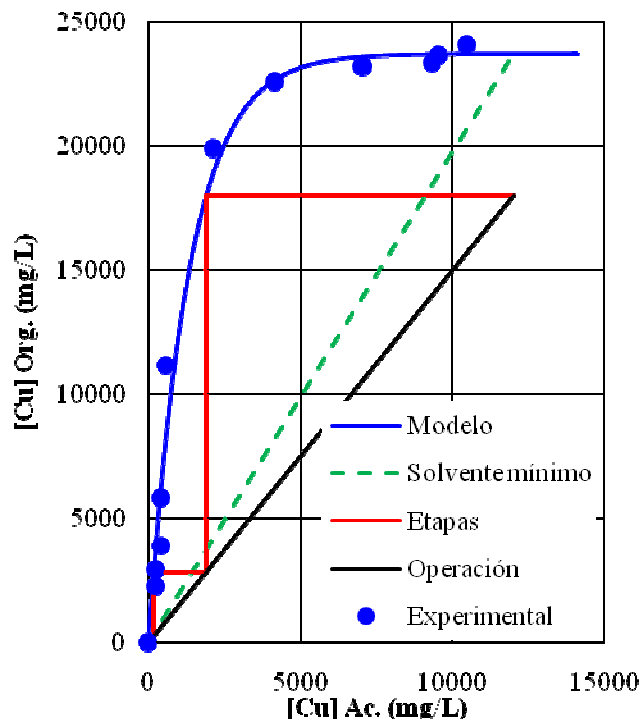


Figura 9. Tres etapas con A/O = 1.5;  $X_i = 12$  g/L;  $X_f = 13.3$  mg/L; [AcorgaM5574] = 30%; pH 3, tiempo = 10 min

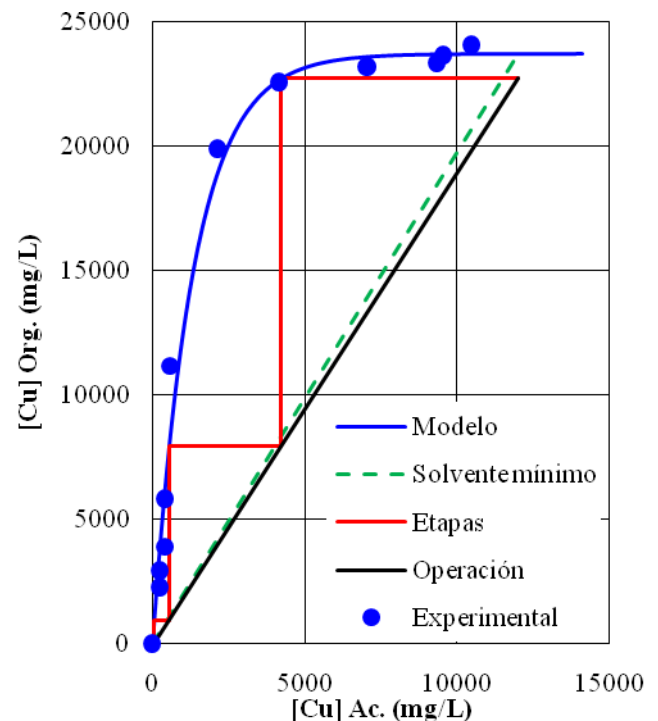
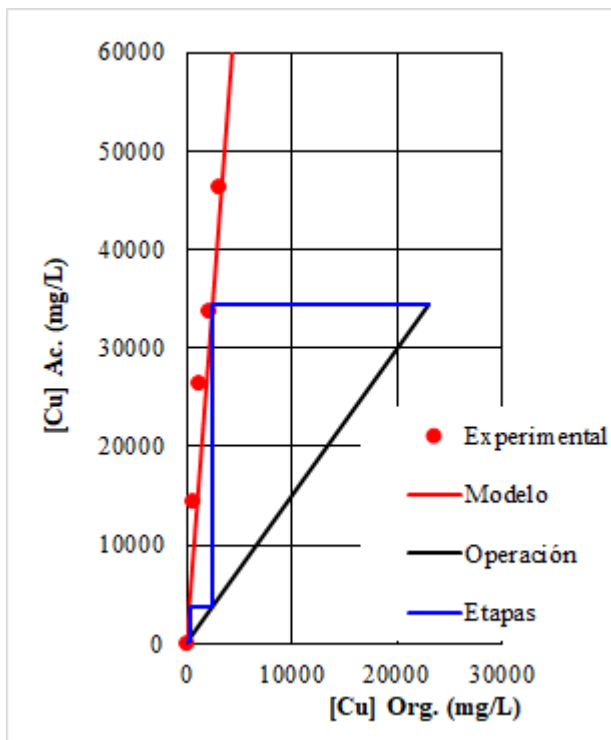


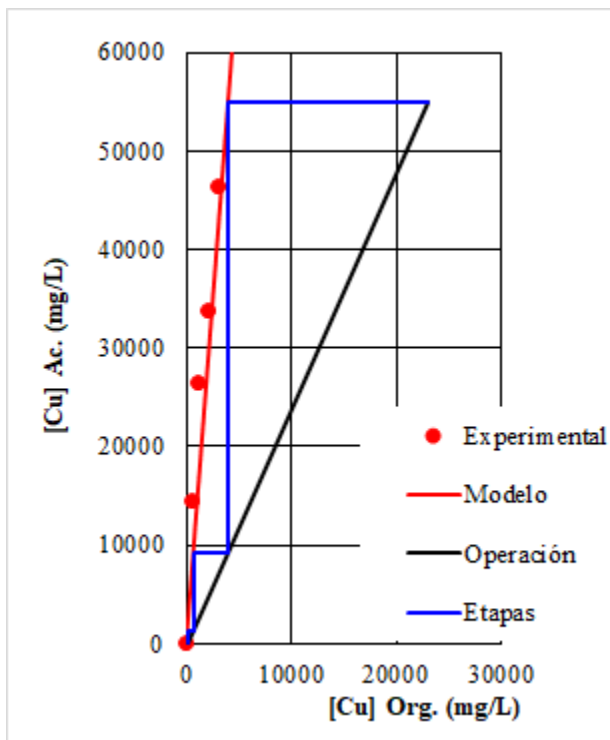
Figura 10. Tres etapas con A/O = 1.9;  $X_i = 12$  g/L;  $X_f = 53.6$  mg/L; [AcorgaM5574] = 30%; pH 3, tiempo = 10 min

En los dos casos se requirieron tres etapas de extracción y, para  $A/O = 1.5$ , se obtuvo en fase orgánica una concentración de 17.5 g/L y un rendimiento de 99.9% y, para  $A/O = 1.9$ , una concentración de 22.7 g/L y un rendimiento de 99.5%.

La reextracción (*stripping*) consistió en el contacto de la fase orgánica (cargada con cobre) y ácido sulfúrico por 10 min, a temperatura ambiente (24°C). La reacción de reextracción se representó por medio de la ecuación (4) en el sentido de derecha a izquierda. Para el cálculo de las etapas de reextracción se utilizó como concentración inicial la de 23 g/L. Los resultados se presentan en las Figuras 11 y 12. Para la relación  $O/A = 1.5$  se obtuvo un valor de 34.5 g/L en fase acuosa y un rendimiento de 99.9%. Para una  $O/A = 2.4$ , los valores fueron de 54.9 g/L con un rendimiento del 99.6%. Por tanto, fue mejor operar con  $O/A = 2.4$ .



**Figura 11.** Tres etapas relación  $O/A = 1.5$ ;  $Y_{\text{inicial}} = 23 \text{ g/L}$ ;  $Y_{\text{final}} = 24.8 \text{ mg/L}$ ,  $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 2 \text{ mol/L}$ ; tiempo = 10 min



**Figura 12.** Tres etapas relación  $O/A = 2.4$ ;  $Y_{\text{inicial}} = 23 \text{ g/L}$ ;  $Y_{\text{final}} = 94.4 \text{ mg/L}$ ;  $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 2 \text{ mol/L}$ ; tiempo = 10 min

### Electrodeposición

La solución de electrodeposición es la que se obtuvo de la reextracción. Como se mencionó en la metodología, como cátodo se utilizó acero inoxidable y como ánodo plomo. En el cátodo ocurre la reacción de reducción de cobre y en el ánodo ocurre su oxidación. El sistema de electrodeposición se presenta en la Figura 13.

La prueba se realizó durante 60 min a una temperatura de 50-55°C y las condiciones de voltaje y amperaje fueron 3 voltios y 1 ampere, respectivamente. El porcentaje de recuperación en la electrodeposición fue de 95%.

Los resultados que se presentan en la Figura 14a muestran los electrodos al inicio de la prueba y con el depósito de cobre obtenido se pueden ver en la Figura 14b.



**Figura 13.** Sistema para la electrodeposición empleando una fuente de poder (Steren PRL-25 y medidores de corriente y voltaje)



**Figura 14a.** Electrodo de acero inoxidable 316 L (derecha) y electrodo de plomo (izquierda), antes de la electrodeposición

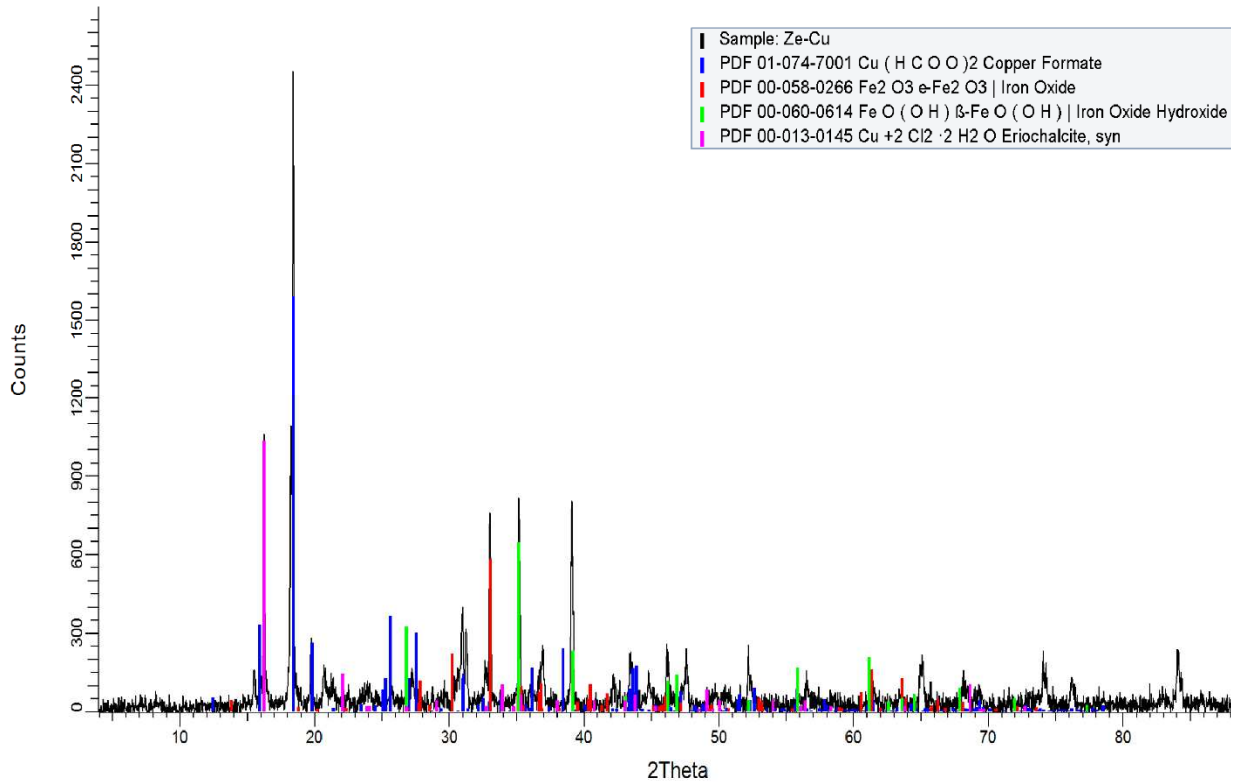


**Figura 14b.** Electrodo de acero inoxidable 316 L (izquierda) y electrodo de plomo (derecha), después de la electrodeposición

Se realizó un estudio de difracción de rayos X al sólido depositado en la placa de acero inoxidable. Este estudio fue realizado en el Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental (LANBAMA) del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (IPICYT), San Luis Potosí, S.L.P., México.

En la Figura 15 se muestra el difractograma del sólido depositado, en el que se pueden identificar los picos característicos de los compuestos. Se tienen Cu,  $\text{Cu}(\text{HCCO})_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{FeO}(\text{OH})$ , en respectivo orden de abundancia.

Con esta caracterización se confirma la presencia de cobre en el sólido depositado.



**Figura 15.** Difractograma de difracción de rayos X realizado a muestra de cobre electrodepositado en una placa de acero inoxidable

## Conclusiones

En esta investigación se logró el objetivo de obtener cobre a partir de los circuitos impresos provenientes de los RAEE, empleando un proceso hidrometalúrgico que inicia con la trituración y la lixiviación del material de desecho, seguida de la etapa de extracción y desextracción para finalmente electrodepositarlo. Los resultados muestran que este proceso puede ser factible ya que permite tener altas eficiencias de recuperación de este metal y puede proponerse como una alternativa viable para dar solución al problema de disposición final de este tipo de residuos, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental.

## Glosario

Término	Significado
AcorgaM5774 (Cytec Solvay)	Agente extractante empleado en esta investigación
IPICYT	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. (México)
LANBAMA	Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental (LANBAMA)
Masa	La masa es una propiedad intrínseca de los cuerpos. Se mide en kg en el sistema internacional de unidades
Peso	El peso es la fuerza que la gravitación ejerce sobre los cuerpos. Se mide en Newtons y, por ello, la masa no es igual al peso
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
Reextracción	Representa la operación inversa a la extracción y aparece como " <b>reextracción</b> "

Término	Significado
WEEE	<p>en el artículo de F.J. Alguacil. 1998 (Referencia-4.pdf) y en el texto de Germán Cáceres-Arenas de la Universidad de Atacama, sección: 4.6.2.1 (p. 81) (Referencia-5.pdf). En un manual de operación de una compañía minera (Mexicana de Cananea, S.A. de C.V., 1980) la palabra que aparece es "<b>Despojo</b>" (Referencia-6.pdf) y en el artículo de Toache et al. 2015 (Referencia-7.pdf) como "<b>desextracción</b>". En los textos en inglés aparece como "<b>stripping</b>", por ejemplo, en los textos de Habashi, F. 1999 (Referencia-1.pdf) y de Michael L. Free. 2013 (Referencia-2-str.pdf), <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118732465.ch6">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118732465.ch6</a>). En referencias en francés la operación aparece como: "<b>dés extraction</b>", como en el artículo de Bernard Boullis y Jean-Guy Devezeaux de Lavergne, 2006 (Referencia-3.pdf). De acuerdo con esta revisión, el autor responsable sugiere el uso del término "<b>reextracción</b>".</p> <p>Siglas en inglés para <i>Waste Electrical and Electronic Equipment</i></p>

## Reconocimientos

Se dedica este trabajo con profundo respeto a la memoria del Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado, por su comprometida labor en la formación de ingenieros químicos y por su calidad humana que siempre brindó a sus estudiantes y colegas en la Universidad de Guanajuato y que se le recordará por siempre.

Al Ing. Enrique Villegas de la empresa *Cytec-Solvay Group* por el suministro del agente extractante Acorga M5774 utilizado en esta investigación. También se reconoce al Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola y Ambiental LANBAMA, IPICYT, San Luis Potosí, S.L.P., por los estudios de difracción de rayos X al sólido depositado en la placa de acero inoxidable.

## Bibliografía

- Alguacil, F.J. 1998. La recuperación de cobre mediante lixiviación-extracción con disolventes-electrólisis: Hacia el siglo XXI. *Revista de Metalurgia Madrid (Revistas CSIC)*. 34(6):499-506. DOI: <https://doi.org/10.3989/revmetalm.1998.v34.i6.818>. (Ref-4 Glosario).
- Akbari, S., Ahmadi, A. 2019. Recovery of copper from a mixture of printed circuit boards (PCBs) and sulphidic tailings using bioleaching and solvent extraction processes. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*.142107584. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.107584>.
- Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. 2017. The Global E-waste Monitor. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. Pp. 64-66. [https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste\\_Monitor\\_2017\\_electronic\\_single\\_pages.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste_Monitor_2017_electronic_single_pages.pdf)
- Birloaga, I., De Michelis, I., Ferella, F., Buzatu, M., Vegliò, F. 2013. Study on the influence of various factors in the hydrometallurgical processing of waste printed circuit boards for copper and gold recovery. *Waste Management*. 33(4):935-941. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.003>.
- Boullis, B., Devezeaux de Lavergne, J.-G. 2006. Le traitement du combustible usé: Une filière bien maîtrisée. *CLEFS CEA – No 53 – Hiver 2005-2006*. Pp. 19-25 (Fig. 3, p. 24). (Ref-3 Glosario).
- Cáceres-Arenas, G. 2016. Apuntes. Pub. Universidad de Atacama, sección 4.6.2.1 (p. 81). Atacama, Chile. (Ref-5 Glosario).
- Chaverra, D., Restrepo, O. 2013. Extracción de cobre a partir de residuos de tarjetas de circuitos impresos. *Revista Colombiana de Materiales*. 5:233-238. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/materiales/article/view/19222>
- Concha-M., M. 2012. Grandes mineras advierten caída de casi 50% en leyes de mineral de cobre en 20 años, *Economía y Negocios*. Jueves 28 de junio de 2012. Consultado 20-febrero-2017. <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=97921#>,
- Cui, H., Anderson, C.G. 2016. Literature review of hydrometallurgical recycling of printed circuit boards (PCBs). *Journal of Advanced Chemical Engineering*. 6(1):1000142:1-12. <https://www.longdom.org/open-access/literature-review-of-hydrometallurgical-recycling-of-printed-circuitboards-pcb-2090-4568-1000142.pdf>
- DOF. 2013 (Primera Sección). Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. 12-38. *Diario Oficial de la Federación*. Estados Unidos Mexicanos. <https://www.profepa.qob.mx/innovaportal/file/6633/1/nom-161-semarnat-2011.pdf>

- 
- Flandinet, L., Tedjar, F., Ghetta, V., Fouletier, J. 2012. Metals recovering from waste printed circuit boards (WPCBs) using molten salts. *Journal of Hazardous Materials*. 213-214:485-490. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.02.037>.
- Free, M.L. 2013. *Hydrometallurgy: Fundamentals and Applications*. P. 193. Editorial Wiley-Tms. Estados Unidos. (Ref-2 Glosario).
- Guimarães, Y.F., Santos, I.D., Dutra, A.J.B. 2014. Direct recovery of copper from printed circuit boards (PCBs) powder concentrate by a simultaneous electroleaching-electrodeposition process. *Hydrometallurgy*. 149:63-70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2014.06.005>.
- Habashi, F. 1999. *A Textbook of Hydrometallurgy*. 2ª edición. Editorial Métallurgie Extractive Québec. ISBN: 2980324779, 9782980324772. Canadá. (Ref-1 Glosario).
- Harue-Yamane, L., Tavares-de-Moraes, V., Romano-Espinosa, D.C., Soares-Tenório, J.A. 2011. Recycling of WEEE: Characterization of spent printed circuit boards from mobile phones and computers. *Waste Management*. 31(12):2553-2558. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.006>.
- Hernández-Pacheco, A., Noyola, J.L. 2007. The Milpillas Project. Cytec Solutions. 28 pp. <https://dokumen.tips/download/link/the-milpillas-project-cytec-industries-configuration-and-extractant-formulation>
- Mexicana de Cananea, S.A. de C.V. 1980. Manual. Pp. 11-14. Sonora, México. (Ref-6 Glosario).
- Perkins, D.N., BruneDrisse, M.N., Nxele, T., Sly, P.D. 2014. E-Waste: A Global Hazard, *Annals of Global Health*. 80(4):286-295. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.10.001>
- Saidan, M., Brown, B., Valix, M. 2012. Leaching of electronic waste using biometabolised acids. *Chinese Journal Chemical Engineering*. 20(3):530-534. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1004-9541\(11\)60215-2](https://doi.org/10.1016/S1004-9541(11)60215-2).
- Toache, A.D., Hernández, L.E., Lapidus, G.T., Legorreta-G., F. 2015. Extracción con solventes de Fe contenido en soluciones provenientes de la lixiviación de arcillas caolínicas utilizando como extractantes D2EHPA y CYANEX 2722015. En *Tópicos de Investigación en Ciencias de la Tierra y Materiales*. Vol. 2. AACTyM-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo ISSN: 2395-8405. Pp. 51-59. Pachuca, Hidalgo, México. (Ref-7 Glosario).
- Treybal, R.E. 2003. *Operaciones de Transferencia de Masa*. McGraw-Hill. Pp.529-531, 862. Ciudad de México, México.
- Tuncuk, A., Stazi, V., Akcil, A., Yazici, E.Y., Deveci, H. 2012. Aqueous metal recovery techniques from e-scrap: *Hydrometallurgy in recycling*. *Minerals Engineering*. 25(1):28-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.09.019>.
- Valdés, H., Sepúlveda, R., Romero, J., Valenzuela, F., Sánchez, J. 2013. Near critical and supercritical fluid extraction of Cu(II) from aqueous solutions using a hollow fiber contactor. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 65:58-67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cep.2012.12.005>.
- Zhu, P., Chen, Y., Wang, L.Y., Qian, G.Y., Zhou, M., Zhou, J. 2012. A new technology for separation and recovery of materials from waste printed circuit boards by dissolving bromine epoxy resins using ionic liquids. *Journal of Hazardous Materials*. 239-240:270-278. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.071>.

UNIVERSIDAD DE  
GUANAJUATO



**La División de Ciencias  
Naturales y Exactas**

Lamenta profundamente el fallecimiento del

**Dr. Alberto Florentino  
Aguilera Alvarado**

Quien fuera un entrañable y querido profesor del  
Departamento de Ingeniería Química de esta  
División.

Extendemos nuestras condolencias a sus  
familiares y amigos, esperando que encuentren  
pronta resignación a tan lamentable pérdida.

**Descanse en paz**

Respetuosamente

**Dr. Agustín Ramón Uribe Ramírez**  
Director



Campus Guanajuato | División de Ciencias  
Naturales y Exactas

Guanajuato, Gto., 28 abril 2021

---

---

## Universidad de la era poscovid: Reflexiones acerca de la educación emprendedora y las habilidades socio- digitales

### *University of the postcovid era: Reflections on entrepreneurial education and socio-digital skills*

**Francisco Javier Álvarez-Torres<sup>\*a</sup>, Ignacio René Galindo-Esquivel<sup>a</sup>,  
Gabriela Citlalli López-Torres<sup>b</sup>, Silvia Alexandra Peña-Gonzalez<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> División de Ciencias Naturales y Exactas. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Guanajuato, Gto., 36050, México. Correo Electrónico: fjalvarez@ugto.mx

<sup>b</sup> Centro de Ciencias Económico-Administrativas, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Avenida Universidad # 940, 20131 Aguascalientes, Ags. México

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca, Ecuador. Av. 12 de Abril y Av. Loja. Cuenca - Ecuador

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Junio 10, 2020

Aceptado: Junio 30, 2020

#### **Resumen**

Las Instituciones de Educación Superior (IES) y Universidades de todo el mundo están viviendo una serie de adecuaciones derivadas de la crisis sanitaria COVID-19, especialmente en la adecuación de los programas presenciales a la virtualización y ha dejado al descubierto en algunos casos, la carencia de habilidades de emprendimiento, como la capacidad de autonomía, innovación y adaptación tanto de profesores como de estudiantes universitarios; sumado a la necesidad latente de continuar en formación constante en el uso de plataformas tecnológicas y técnicas de manejo emocional, ya que el distanciamiento social que esta crisis ha generado provoca una serie de escenarios complejos en la salud pública emocional de la población afectada, en el caso de las IES, las y los estudiantes, así como sus profesores. El objetivo de esta investigación es describir el contexto para desarrollar habilidades de emprendimiento en estudiantes, la importancia del contexto escolar y familiar para desarrollarlas, así como las habilidades socio-digitales que las y los estudiantes universitarios de la Universidad de Guanajuato han puesto a prueba en este escenario virtual forzado por la pandemia COVID-19 y debatir las posibles consecuencias en el corto, mediano y largo plazos en los programas y planes de estudio. Para lo anterior, se llevó una encuesta *online* recopilando 129 instrumentos dirigidos a la población estudiantil. Para comprobar el modelo se utilizaron Ecuaciones Estructurales por Mínimo Cuadrados Parciales (*PLS-SEM*). Los resultados detectan áreas clave de oportunidad para potenciar el emprendimiento y las nuevas habilidades socio-digitales para enfrentar los retos laborales y planetarios con una mayor vinculación con el entorno y los actores clave de la región.

**Palabras clave:** Educación emprendedora, habilidades sociales, habilidades digitales, COVID-19, Universidad

#### **Abstract**

*Institutions of Higher Education (IES) and Universities around the world are experiencing a series of adjustments derived from the COVID-19 health crisis, especially in the adaptation of face-to-face programs to virtualization and has revealed in some cases, the lack of entrepreneurial skills, such as the capacity for autonomy, innovation and adaptation of both professors and university students; added to the latent need to continue in constant training in the use of technological platforms and techniques of emotional management, since the social distancing that this crisis has generated causes a series of complex scenarios in the emotional public health of the affected population, in the case of Universities, students, as well as their professors. The objective of this research is to describe the context for developing entrepreneurial skills in students, the importance of the school and family context to develop them, as well as the socio-digital skills that the university students of the University of Guanajuato have put to the test in this virtual scenario forced by the COVID-19 pandemic and discuss the possible consequences in the short, medium, and long terms in the programs and study plans. For this, an online survey was carried out, collecting 129 instruments aimed at the student population. Structural Equations by Partial Least Squares (PLS-SEM) were used to verify the model. The results detect key areas of opportunity to promote entrepreneurship and new socio-*

---

*digital skills to face labor and planetary challenges with a greater relationship with the environment and key actors in the region.*

**Keywords:** *Entrepreneurial education, social skills, digital skills, COVID-19, University*

## Introducción

La educación es un derecho humano que alberga un gran sentido de esperanza para la humanidad, especialmente la educación universitaria. En las Instituciones de Educación Superior (IES) se debate el futuro del mundo de la ciencia, el trabajo y la sociedad, ya sea en las aulas presenciales, virtuales o híbridas el diálogo se centra en discutir los antecedentes, soluciones y consecuencias de los problemas que aquejan a la sociedad contemporánea: Economía, Salud y Medio Ambiente<sup>22</sup>. En esta construcción dialéctica del conocimiento, los jóvenes estudiantes forman un grupo heterogéneo en quienes conviven una serie de interacciones sociales externas e internas que les permiten comprender y actuar en el mundo. Es por ello, que reflexionar acerca de las habilidades que ellas y ellos posean es clave para la formación de perfiles competitivos, con capacidades de búsqueda de soluciones y de saberse generadores de liderazgos en sus comunidades.

Ante este reto, analizar de qué manera durante el proceso formativo se orienta a las y los estudiantes universitarios a una educación emprendedora es fundamental para la recuperación económica, especialmente derivado de la crisis sanitaria que se vive por la pandemia del COVID-19. La generación de oportunidades de autoempleo, búsqueda de oportunidades de negocio o de motivar nuevas unidades de negocio en las organizaciones a las cuales pertenezcan se vuelve una capacidad estratégica en el proceso educativo de los jóvenes desde un enfoque de emprendimiento interno desde la empresa hacia el mercado o como se conoce en la literatura 'intraemprendimiento' (Antoncic, 2007; Antoncic e Hisrich, 2003).

Si bien el concepto de emprendimiento esta íntimamente relacionado con el mundo de los negocios, accionistas y empresarios, a partir del vínculo y acercamiento de las universidades con el mundo empresarial aparece la necesidad de impulsar nuevos modelos educativos orientados a formar en las y los jóvenes estudiantes competencias y habilidades relativas a la innovación, la autonomía, la toma de riesgos y la creatividad disruptiva. Y si bien este panorama parecería completamente positivo para la economía, ya que el emprendimiento es clave para la creación de ideas, propuestas y modelos de negocio (Schumpeter, 1934; Śledzik, 2013) la realidad es más complicada, especialmente en el entorno derivado de la pandemia del COVID-19 (Hite y McDonald, 2020; ILO-OECD, 2020; INEGI, 2020; Pennebaker et al., 2020). La falta de empleo formal, la disminución de ingreso, la desaparición de empresas formalmente constituidas, la escasez de materias primas y las pocas oportunidades dentro del mercado laboral para las y los recién egresados(as) universitarios(as) han generado que en el emprendimiento visualicen una oportunidad para aplicar sus conocimientos y talento (INEGI, 2021), especialmente con una perspectiva digital (Kraus et al., 2019).

Es por ello que una educación que les provea de habilidades para desenvolverse en un mundo donde no necesariamente puede proveerles de un empleo en el corto plazo se vuelve clave. Así pues, la educación emprendedora parece una opción que se abre camino, definida como una actividad educativa e integral que esta orientada en desarrollar una voluntad emprendedora de los participantes o impulsar algunos factores que impactan en la voluntad de emprender, como las capacidades técnicas, el deseo de emprender y la viabilidad de hacerlo en un contexto productivo (Liñán, 2004). Se sumarían a esta definición de Liñán (2004) los elementos de la aplicación de valores de honestidad y amor en la ejecución del emprendimiento, valores orientados a fortalecer la dignidad humana, respeto

---

<sup>22</sup> *Medio Ambiente* son términos usados en España para medio y para ambiente. Sin embargo, muchas personas usan solamente un término, medio o ambiente ya que en inglés es *environment*, en francés *environnement*, en alemán *Umwelt*, así que respetaremos a los autores y dejaremos los dos términos [Nota de los editores]

---

de los derechos humanos y el cuidado del ambiente, anteponiendo en el emprendimiento, el cumplimiento de estos elementos previamente al factor meramente productivo.

Al reflexionar alrededor del emprendimiento en el marco educativo, no puede entenderse sin dos habilidades básicas en un mundo tan complejo como en el que se vive actualmente: Sociales y Digitales. Las habilidades socio-digitales, como los autores plantearon denominarles, se definen como una serie de habilidades básicas para el despliegue de las capacidades profesionales, el desarrollo de comunidades tanto presenciales como virtuales, el fortalecimiento de la inteligencia emocional y el desarrollo de un liderazgo orientado por el humanismo, el respeto de los derechos humanos y la inclusión, especialmente en el estudiante. El contexto virtual forzado por la pandemia del COVID-19 brindó una serie de aprendizajes que deben rescatarse en la posterior reconexión y recuperación tanto educativa como económica. Es por ello que describir y reflexionar el comportamiento de una educación emprendedora y las habilidades socio-digitales entre los estudiantes universitarios se vuelve un área estratégica y vital para el futuro diseño de estrategias al interior de los planes y programas de estudio de las universidades.

### **Educación emprendedora**

El emprendimiento es una habilidad que desde su acción es un acto realmente poderoso para cambiar aspectos sociales y económicos en un entorno determinado. Durante los últimos 20 años, especialmente en el modelo estadounidense y, recientemente, en el asiático se han impulsado desde la Educación Superior, programas educativos transversales con un aspecto emprendedor, es decir entrenamiento para los estudiantes para desarrollar habilidades de emprendimiento (Li y Wu, 2019), por ejemplo: Conocimiento en el mundo de los negocios, capacidad para tomar riesgos, inteligencia financiera, simulaciones de negocios, etc.

Diversos investigadores han encontrado que la educación emprendedora está relacionada con la elección de carrera, la percepción de la habilidad emprendedora y las habilidades sociales. Diversas investigaciones han demostrado la relación positiva entre habilidades emprendedoras y el desempeño académico (Bae et al., 2014), poniendo en la reflexión una pregunta clave: ¿Un estudiante de cualquier área del conocimiento debe ser emprendedor o solamente aquéllos del área de negocios? Pareciera un debate con una idea central: ¿Emprendimiento es una habilidad transversal?

Para las universidades en la era POSCOVID-19, recuperar su papel crucial como formadoras de perfiles atingentes a las necesidades sociales y económicas, con capacidad creativa e innovadora en una era digital, emprendedora e incierta es fundamental para la sociedad, no solamente para la incorporación al mercado laboral de capital humano altamente calificado, sino para la formación de futuras empresas con un sólido nacimiento que permita un mayor acomodo ante las circunstancias y que reduzca la tasa de mortalidad inicial y con ello incrementar las posibilidades de éxito y crecimiento de esos nuevos negocios ante este nuevo paradigma. Si eso sucede: Empleo, bienestar social y un ambiente de certeza económica pudieran darse.

Es valioso contextualizar al emprendimiento. Este concepto tan mencionado en los discursos educativos y políticos, no debe reducirse a solamente enseñar a alguien a fundar una empresa, sino como una habilidad con una serie de conocimientos y valores que permiten a una persona, sentirse y asumirse como un actor o actriz esencial para la confianza económica en una región y por confianza quiere decirse la certeza de que invertir en un negocio o la compra de un producto o servicio de este grupo de emprendedores esta íntimamente relacionada con la recuperación (en el corto plazo), pero con el desarrollo social y económico en el mediano plazo. Imaginar que este tejido social entre emprendedores, mercado y conocimiento se origina en el espacio universitario, no solamente creará una mayor capacidad de replicarse en la posible recuperación POSCOVID (Cantu-Ortiz et al., 2017; Philpott et al., 2011; Schulte, 2004), sino alimentará la esperanza de mejores épocas en regiones donde parece haberse olvidado esa sensación.

---

Hablando sobre la educación superior, para los gobiernos internacionales y locales, este rubro juega un papel importante en el reacomodo social, económico y político. Generar entornos donde se aprenda y se aprenda bien es el hilo conductor para pensar en un entorno seguro y enfocado en el próximo gran paradigma que es el cumplimiento de la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas 2015), temas como la erradicación de la pobreza, cuidado del ambiente, reducción de la desigualdad y la violencia hacia mujeres y minorías no pueden construirse sin habilidades básicas dotadas por la escuela: El diálogo, el respeto por los derechos humanos y el desarrollo de la conciencia humana. Es por ello, que la inversión en educación de calidad no es solamente un elemento utópico de la sociedad digital, sino también por el desarrollo pleno hacia una sociedad sustentable, digna y plena.

Este marco de reflexión invita a los académicos y a los actores clave en la elaboración de políticas públicas de orden educativo a proveer los elementos para preparar adecuadamente a los estudiantes no solamente en habilidades técnicas y/o científicas, sino en capacidades de emprendimiento e innovación, especialmente para un mundo en cambio y con ello explorar nuevas oportunidades de investigación y desarrollo.

Entendida la necesidad de una educación emprendedora, empecemos a desmenuzarla desde la literatura. Para diversos investigadores, la educación emprendedora se encuentra en plena transición (Welsh et al., 2016), si bien existen elementos transversales, el esquema digital ha brindado nuevas herramientas a la enseñanza y aplicación del emprendimiento en el entorno universitario. Esta adaptación trae consigo una reflexión ¿La educación emprendedora es un proceso, un método o ambos? (Neck y Greene, 2011); es decir, se define como una serie de prácticas que forma parte de un proceso sumativo o se supone dentro de un método de aprendizaje que posee ciertos pasos a completar o, en su caso, ambos.

Este planteamiento permite encontrar una definición propia del concepto y abre la oportunidad para debatir las posibilidades que el concepto adquiera en las distintas realidades donde se aplique. Lo que es ineludible es que es un proceso caótico, complejo y que no es lineal (Neck y Greene, 2011), por lo que la evaluación de los resultados puede ser un poco difícil; sin embargo, desde esta investigación se hace una propuesta metodológica orientada a entender el comportamiento del concepto desde una postura cuantitativa que, por supuesto, no limita el debate de hallazgos con intervenciones cualitativas.

Una educación con un enfoque emprendedor es un tema fundamental para el desarrollo de una nueva universidad (Hengartner y Däppen, 2020) que incentive las ideas creativas sustentables de los jóvenes en futuros negocios, la incubación de empresas de base tecnológica y social y el desarrollo de ecosistemas de resolución de problemas ambientales, económicos y sociales. Una parte importante de la literatura menciona algunos puntos coincidentes en relación con el concepto (Paray y Kumar, 2020; Zhang, 2011): a) La voluntad de emprender, b) Un comportamiento orientado por la innovación y la toma de riesgos, c) Una influencia en la vida del sujeto y d) La formación académica.

Sin embargo, la educación emprendedora no se debe limitar a los procesos formativos en aula, sino que deben ser impulsados por el ecosistema de negocios de la región, la capacidad de contar con fondos o inversiones iniciales para las ideas de los estudiantes emprendedores y, especialmente, el apoyo. Si no sucede así, los resultados del impacto de una educación emprendedora no facilitan el camino formativo y de experiencia de un futuro emprendedor (Wegner et al., 2020).

Para `operacionalizar'<sup>23</sup> la medición de la educación emprendedora y su impacto en el contexto de los estudiantes universitarios, se adaptaron cuatro factores adaptando la escala utilizada en un

---

<sup>23</sup> En el diseño de investigación, especialmente en psicología, ciencias sociales, ciencias de la vida y física, la 'operacionalización' es un proceso de definición de la medición de un fenómeno que no se puede medir directamente, aunque su existencia se infiere de otros fenómenos (Wikipedia) [Nota de los editores]

comparativo entre estudiantes del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Tecnológico Nacional de México (Hernández-Herrera y Sánchez-Rodríguez, 2017) que recopila una serie de ítems<sup>24</sup> adaptados de diversas fuentes de la literatura. Los factores analizados son: Factor 1. Motivación para emprender, Factor 2. Influencia de la escuela para emprender, Factor 3. Desarrollo de las habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento y Factor 4. Apoyos para emprender.

### Habilidades Socio-Digitales

Los jóvenes estudiantes universitarios comúnmente se asumen<sup>25</sup> como una generación de nativos digitales. Jóvenes con una gran habilidad para el uso tecnológico, navegación en internet y la comunicación sincrónica y asincrónica a través de diversos medios digitales. La pandemia por COVID-19 invitó a replantear el uso de la tecnología, las habilidades sociales y el contacto humano. En el proceso de adaptación toda la sociedad ha sido testigo de grandes avances y proyectos creativos; sin embargo, en países como México también han existido serias asimetrías en el estrato de jóvenes universitarios y no solamente por la falta de acceso a equipo o a una conexión a internet, sino al uso adecuado de la tecnología, con un sentido formador y articulador del pensamiento crítico que no solamente permita "atender a la pantalla", sino que invite a la reflexión de lo aprendido y aplicarlo de manera eficaz en su entorno inmediato.

La diferencia que se considera fundamental entre el uso limitado de la tecnología y el aprendizaje, es el enfoque que se le otorga a las habilidades blandas o '*softskills*'. Es por ello que se ha decidido acuñar los términos "Tecnologías de Información, Comunicación para el Aprendizaje (TICA)" y referirlas como herramientas clave para el desarrollo de competencias no solamente en el ámbito tecnológico, sino también en el aprendizaje.

Las habilidades blandas en este proceso son clave, ya que abordan capacidades como la comunicación efectiva, inteligencia emocional y un liderazgo sensible a las diversas dinámicas para asumir con plenitud y resiliencia en un mundo altamente competitivo (OECD, 2018). Las habilidades blandas proveen a los estudiantes de un marco de desarrollo personal y colectivo que les permite comprender sus diversos roles, tanto como futuros profesionales y como seres humanos. Algunas de estas habilidades son fundamentales para que un emprendimiento sea aterrizado y ejecutado con éxito: Trabajo en equipo, liderazgo, manejo de conflictos, habilidades interpersonales, manejo de la frustración, resiliencia, empatía, negociación y visión de futuro, por mencionar algunas (Pereira y Costa, 2017).

Las TICA, como se han denominado, no solamente aluden al acceso a dispositivos tecnológicos, sino al dominio de aprendizaje y colaboración que pueden tener en el entorno de los jóvenes: Resolución de problemas educativos, regionales o comunitarios usando estas tecnologías, sumando así un enfoque tecnológico y un conocimiento de habilidades blandas. Es decir, desde esta perspectiva no solamente se es hábil usando el dispositivo y sus interfases, sino solucionando problemas de su entorno, aprendiendo de ellas y colaborando con otros a través de ellas. Esto significa una serie de habilidades relativamente nuevas que se han denominado: Habilidades Socio-Digitales.

Se han integrado una serie de ítems que permiten retratar la aplicación de estas habilidades por parte de los estudiantes durante las clases en línea, pero también se abre el espacio para reflexionar su aplicación e importancia en el corto plazo en la estructura de la Universidad POSCOVID-19.

24 Del latín *item*, 'del mismo modo', 'también' [<https://dle.rae.es/%C3%ADtem?m=form>]. Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua {Nota de los editores} 1. adv. U. para hacer distinción de artículos o capítulos en una escritura u otro instrumento, o como señal de adición. 2. m. Cada uno de los artículos o capítulos de que consta una escritura u otro instrumento. 3. m. Aditamento, añadidura. 4. m. Inform. Cada uno de los elementos que forman parte de un conjunto de datos. 5. m. Psicol. Cada una de las partes o unidades de que se compone una prueba, un test, un cuestionario

25 Asumir. Del latín *assumere*. 1. tr. Atraer a sí, tomar para sí. 2. tr. Hacerse cargo, responsabilizarse de algo, aceptarlo. 3. tr. Adquirir, tomar una forma mayor [<https://dle.rae.es/asumir?m=form>]. Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua [Nota de los editores]

## Metodología

Para medir los factores de Educación Emprendedora y su aparición como fenómeno de estudio, se llevó a cabo una encuesta en escala Likert<sup>26</sup>, que fue repartida a los estudiantes universitarios acerca de su Educación Emprendedora en cuatro factores principales (Hernández-Herrera y Sánchez-Rodríguez, 2017) y en la variable de Habilidades Socio-Digitales se hicieron preguntas orientadas a la adaptación tecnológica y emocional en el escenario virtual orillado por el COVID-19. En el caso de la variable de Educación Emprendedora, los cuatro factores a evaluar corresponden a: El primero de ellos Motivación por Emprender, el segundo factor denominado Influencia de la Escuela para Emprender, el tercero Desarrollo de las habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento y el cuarto Apoyos para emprender (Hernández-Herrera y Sánchez-Rodríguez 2017), como se ha mencionado anteriormente.

El levantamiento se llevó a cabo de manera virtual a través de un formulario de Google Forms, contando con 129 instrumentos respondidos, de los cuales el 59.7% señaló ser mujer y el 38.8% varón. La muestra encuestada cuenta con un promedio de edad de 22 años y en promedio inscritos en el 6to semestre de las carreras universitarias de la Universidad de Guanajuato. Se repartieron la frecuencia de los estudiantes respondientes entre distintas licenciaturas, aproximadamente el 80% pertenece a la División de Ciencias Naturales y Exactas del Campus Guanajuato de la Universidad de Guanajuato. Para ello, cada factor contaba con los ítems de la Tabla 1.

**Tabla 1.** Relación de factores e ítems en la encuesta acerca de Educación Emprendedora (Elaboración propia con información de Hernández-Herrera y Sánchez Rodríguez, 2017)

Factor	Ítems / Indicadores
<b>Factor 1. Motivación para emprender</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No me asustan los problemas y me gusta solucionarlos. Son un reto a mi actividad profesional y asumo la responsabilidad en solitario</li> <li>2. El desarrollo de la carrera apoya en identificar oportunidades de negocio</li> <li>3. Creo que, si yo iniciara un negocio, mi familia me apoyaría de forma económica</li> <li>4. Creo que soy una persona que sabe detectar las oportunidades laborales o de negocio que están en el entorno</li> <li>5. Mis profesores me pueden ayudar al momento de decidir crear productos o servicios</li> <li>6. En mi casa es frecuente escuchar comentarios que me motivan a buscar un trabajo fijo</li> <li>7. Considero que mi estancia en la escuela me ha ayudado a incrementar mi capacidad emprendedora</li> <li>8. En varias ocasiones mi familia me desanima en iniciar un negocio</li> <li>9. Mi familia me motiva con la idea de poner un negocio</li> <li>10. Creo que mis profesores desarrollan mis habilidades de liderazgo en sus clases</li> <li>11. En mi carrera se imparte una asignatura para diseñar un plan de negocios. (Observación: Si desconoces tu plan de estudios, te invitamos a revisar tu malla curricular)</li> </ol>
<b>Factor 2. Influencia de la escuela para emprender</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Considero que las materias de la escuela influyen en cómo emprender</li> <li>13. Los profesores que me han impartido clase me pueden orientar en conocer posibles nichos de mercado para iniciar negocios</li> <li>14. Las asignaturas hasta ahora cursadas me ayudarán a fortalecer mis habilidades empresariales y emprendedoras</li> <li>15. Considero que las asignaturas hasta ahora cursadas desarrollan el espíritu</li> </ol>

<sup>26</sup> La escala de Likert, publicada en 1932 por Rensis Likert, es una escala psicométrica comúnmente utilizada en las investigaciones de ciencias sociales que emplean cuestionarios (Wikipedia) [Nota de los editores]

Factor	Ítems / Indicadores
	emprendedor 16. Creo que la escuela ha contribuido en inspirarme y pensar en comenzar un negocio 17. Considero que los profesores poseen los conocimientos necesarios para la formación de empresas 18. Creo que la escuela fomenta la cultura emprendedora a través de ferias y concursos 19. El ambiente escolar está desarrollando las habilidades necesarias para generar productos y servicios nuevos
<b>Factor 3. Desarrollo de las habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento</b>	20. Creo que mis profesores me han ayudado a construir un proyecto de vida basado en el emprendimiento 21. Considero que la escuela cuenta con el equipo necesario para desarrollar nuevos proyectos con oportunidades en el mercado 22. Considero que mis profesores en sus clases motivan para diseñar o mejorar productos y servicios 23. Considero que las asignaturas de la escuela nos enseñan habilidades de venta 24. Los profesores acostumbran trabajar con casos de estudio que fomentan la práctica 25. Creo que arriesgar dinero para comenzar un negocio me da miedo 26. Pienso que el éxito depende de las condiciones sociales y económicas de origen
<b>Factor 4. Apoyos para emprender</b>	27. Conozco las instituciones del gobierno federal / estatal que ofrecen apoyos económicos para el emprendedor 28. Conozco los programas de apoyo del gobierno federal / estatal para emprendedores 29. Conozco en dónde se publican las convocatorias que emite el gobierno federal / estatal en las que puede participar un emprendedor 30. En los dos últimos años mi familia tuvo la iniciativa de comenzar un nuevo negocio 31. He estado ahorrando porque es mi objetivo poner mi propio negocio 32. En la escuela se promueven becas para formación de emprendedores

Para desarrollar la medición de los factores de educación emprendedora se diseñó un instrumento que permitiera informar a los participantes de la importancia de la respuesta y el análisis de la información. Los factores se agrupan en el modelo teórico mostrado en las Figuras 1, 2 y 3.

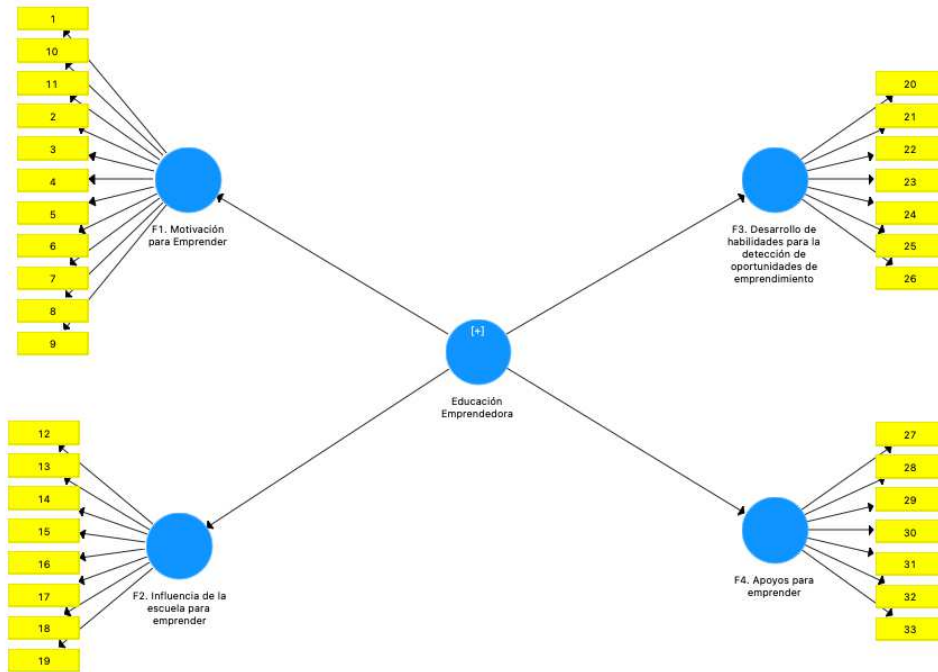
De los factores evaluados se derivaron 4 hipótesis para esta investigación, que corresponden a describir el constructo de educación emprendedora en los factores reflectivos (Becker et al., 2012; Simonetto 2012):

**Hipótesis 1.** El factor 1 de Motivación para emprender, se refleja positiva y significativamente en la Educación Emprendedora.

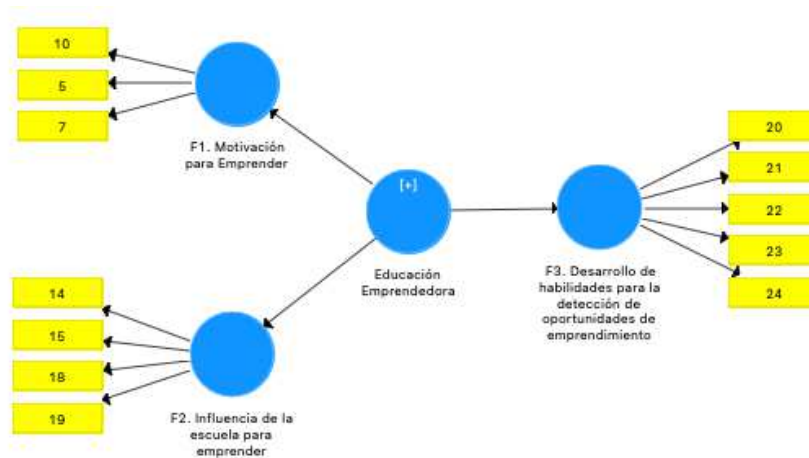
**Hipótesis 2.** El factor 2 de Influencia de la escuela para emprender, se refleja positiva y significativamente en la Educación Emprendedora.

**Hipótesis 3.** El factor 3 de Desarrollo de habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento, se refleja positiva y significativamente en la Educación Emprendedora.

**Hipótesis 4.** El factor 4 de Apoyos para emprender, se refleja positiva y significativamente en la Educación Emprendedora.



**Figura 1.** Modelo teórico acerca de la Educación Emprendedora y sus cuatro factores (Elaboración propia con software SmartPLS Versión 3.3 con licencia académica)



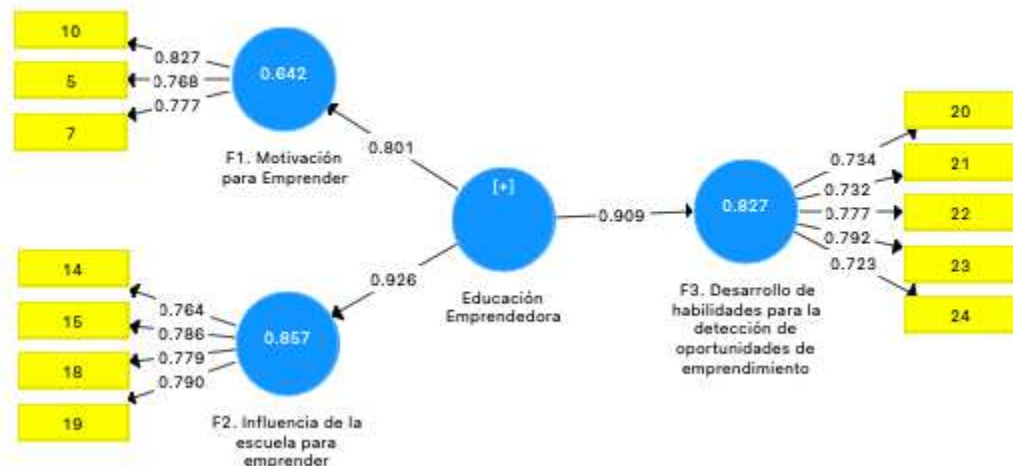
**Figura 2.** Adecuación A del modelo teórico final acerca de la Educación Emprendedora y sus tres factores (Elaboración propia con software SmartPLS Versión 3.3 con licencia académica)

La aplicación del algoritmo de PLS-SEM se llevó a cabo en el software SmartPLS® versión 3.3.3 (Ringle et al., 2015), en donde se diseñó el modelo reflectivo tipo I (Becker et al., 2012) para las 129 observaciones. En el caso de este tipo de modelos, la evaluación inicia con la carga de los indicadores. Las cargas mayores a 0.700 indican que el constructo explica al menos el 50% de la varianza del indicador. Es por ello que se procedió a retirar los indicadores menores a este parámetro (véase Figura 2). Los ítems que permanecen son 5, 7 y 10 del factor 1, 14, 15, 18 y 19 del factor 2 y 20, 21, 22, 23 y 24 del factor 3. El factor 4 desaparece pues ningún ítem alcanzó una carga factorial satisfactoria, siendo un hallazgo importante para el debate de los resultados y conclusiones.

El próximo paso de la validación del modelo es analizar la confiabilidad de consistencia interna para el uso de SEM-PLS se determina a través de la confiabilidad compuesta, la cual determina que para estudios exploratorios los márgenes de 0.600 a 0.700 son aceptables, parámetros entre 0.700 y 0.950 son considerados satisfactorios y excelentes y aquellos mayores a 0.950 son problemáticos. Las dimensiones obtuvieron puntajes mayores a 0.800 y menores a 0.950 (véase Tabla 2).

**Tabla 2.** Ajustes de medida de modelo reflectivo de Educación Emprendedora (Elaboración propia a partir de la información obtenida por SmartPLS®)

Factores		Confiabilidad compuesta	Varianza promedio extraída (AVE)
Educación Emprendedora	Factor 1. Motivación para emprender	0.834	0.626
	Factor 2. Influencia de la escuela para emprender	0.861	0.608
	Factor 3. Desarrollo de habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento	0.867	0.566



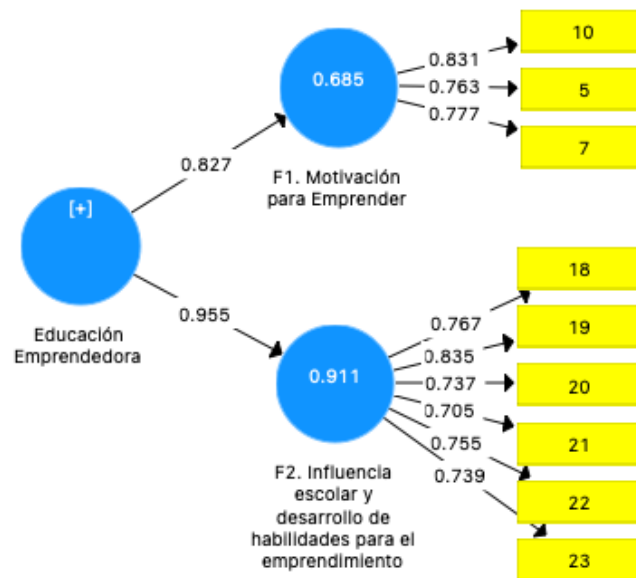
**Figura 3.** Adecuación A del modelo teórico acerca de la Educación Emprendedora y sus tres factores con coeficientes *path* (Elaboración propia con software SmartPLS Versión 3.3 con licencia académica)

El siguiente paso de validación corresponde a la validez convergente, la cual está determinada por la Varianza Promedio Extraída (AVE, en inglés). Este indicador es calculado por la media del cuadrado de las cargas de todos los indicadores asociados con ese constructo (Sarstedt et al., 2014). Una varianza (AVE) aceptable corresponde a 0.500 o mayor (véase Tabla 2). Después de las pruebas anteriores del modelo, es necesario determinar la validez discriminante. Lo anterior indica qué tan distinto es un constructo de otros en el modelo. La forma más conservadora de hacerlo es a través del criterio de Fornell-Larcker (Hair et al., 2014) (véase Tabla 3). Existe un indicador en el modelo entre Factor 2 y Factor 3 que indica que ambos factores pueden ser muy similares. Este hallazgo llevó a revisar los ítems y cómo se había presentando el fenómeno. En la muestra seleccionada, la educación emprendedora tiene un gran componente endógeno hacia la escuela con poca participación de actores externos: Empresarios o emprendedores de la región. Esto permitió inferir que pudieran integrarse ambos factores para dar una explicación mejor al fenómeno encontrado. El factor 2 adquiere el nombre de 'Influencia escolar y desarrollo de habilidades para el emprendimiento'. Los hallazgos y reflexiones de esta decisión metodológica se debatirán en la sección de resultados.

**Tabla 3.** Criterio de Fornell-Larcker de la Adecuación A (Elaboración propia a partir de la información obtenida por SmartPLS®)

	F1	F2	F3
F1	<b>0.791</b>		
F2	0.669	<b>0.780</b>	
F3	0.570	<b>0.758</b>	<b>0.752</b>

Las adecuaciones del modelo derivaron en la siguiente presentación gráfica de los dos factores y la validez discriminante correspondiente (Figura 4, Tabla 4). Los cambios respetaban la validez convergente señalada en los parámetros anteriormente mencionados (Tabla 5).

**Figura 4.** Adecuación B del modelo teórico acerca de la Educación Emprendedora y sus dos factores con coeficientes *path* (Elaboración propia con software SmartPLS Versión 3.3 con licencia académica)**Tabla 4.** Criterio de Fornell-Larcker de la Adecuación B (Elaboración propia a partir de la información obtenida por SmartPLS®)

	F1	F2
F1	<b>0.791</b>	
F2	<b>0.623</b>	<b>0.758</b>

**Tabla 5.** Ajustes de medida de modelo reflectivo de Educación Emprendedora de la Adecuación B (Elaboración propia con software SmartPLS Versión 3.3 con licencia académica)

Factores		Confiabilidad compuesta	Varianza promedio extraída (AVE)
Educación Emprendedora	Factor 1. Motivación para emprender	0.834	0.626
	Factor 2. Influencia Escolar y desarrollo de habilidades de emprendimiento	0.890	0.574

Como parte de la recomendación de la validez discriminante en la literatura, si el indicador *HTMT* (*Heterotrait-Monotrait Ratio*, por sus siglas en inglés) debe ser menor a 0.850 (Henseler et al., 2015). En este caso, señala **0.796**, cumpliendo con el parámetro indicado.

La evaluación del modelo estructural es necesaria. Para ello se evalúan: a) Coeficiente de determinación ( $R^2$ ), b) Redundancia de validación cruzada ( $Q^2$ ) y c) Los coeficientes *path* (Sarstedt et al., 2014) (Tabla 6).

**Tabla 6.**  $R^2$ ,  $R^2$  ajustada y  $Q^2$  del modelo estructural (Elaboración propia a partir de la información obtenida por SmartPLS®)

	$R^2$	$R^2$ ajustada	$Q^2$
F1	0.685	0.681	0.401
F2	0.911	0.910	0.506

El indicador de  $R^2$  es una medida que permite predecir los resultados del modelo. Valores entre 0.660 y 0.330 indica un valor explicatorio moderado del modelo, entre más grande sea el valor es mejor su estimación explicatoria (Cohen, 1988). Tanto el Factor 1 (F1) como el Factor 2 (F2) poseen un valor mayor a 0.660, por lo que puede inferirse que su valor explicativo es moderado a alto. Otra manera de evaluar *la relevancia predictiva del modelo* como una medida de precisión es  $Q^2$ , como medida de valores mayores a 0 indicando un valor predictivo aceptable (Hair et al., 2014; Sarstedt et al., 2014), cumpliéndose estos parámetros en el modelo.

Se llevó a cabo el *bootstrapping*<sup>27</sup> con 5,000 submuestras (Hair et al., 2014) obteniendo dos relaciones entre las variables (Tabla 7).

**Tabla 7.** Hipótesis, coeficientes *path*, valor t y significancia del modelo estructural (Elaboración propia a partir de la información obtenida por SmartPLS®)

\*\*\*  $p < 0.001$

Relaciones e hipótesis	Coeficiente <i>Path</i>		Valores t
<b>Hipótesis 1. Educación Emprendedora -&gt; Factor 1. Motivación para emprender</b>	0.827	***	18.010
<b>Hipótesis 2. Educación Emprendedora -&gt; Factor 2. Influencia Escolar y desarrollo de habilidades para el emprendimiento (*)</b>	0.955	***	93.854
<b>Hipótesis 3. Educación Emprendedora -&gt; Factor 3. Desarrollo de habilidades para la detección de oportunidades de emprendimiento (*)</b>	No comprobado * Factores 2 y 3 integrados en la Adecuación B del modelo		
<b>Hipótesis 4. Educación Emprendedora -&gt; Factor 4. Apoyos para emprender</b>	No comprobado		

<sup>27</sup> El *bootstrapping* es un método de remuestreo propuesto por Bradley Efron en 1979. Se utiliza para aproximar la distribución en el muestreo de un estadístico ([Wikipedia](#)) [Nota de los(as) editores(es)]

A través de los resultados puede observarse que la Educación Emprendedora es reflejada positiva y significativamente por dos factores en la muestra encuestada. El Factor 1 con los ítems 5, 7 y 10 y el Factor 2 con los ítems 18, 19, 20, 21, 22 y 23. El factor 4 no se manifiesta en esta aplicación del modelo y los factores 2 y 3 dan nacimiento a un nuevo factor 2 que los integra. Las implicaciones de estos hallazgos son valiosas para los tomadores de decisiones en impulsar un emprendimiento fuera de las aulas universitarias. Esta reflexión se planteará en los resultados y conclusiones.

## Resultados y discusión

Para los estudiantes universitarios encuestados, la presencia de profesores preparados en el ámbito del emprendimiento es fundamental para el desarrollo de su capacidad y voluntad emprendedora; sin embargo, las relaciones que establecen tanto al interior de sus hogares como con actores claves del entorno económico parecen no tener un impacto en el *mindset*<sup>28</sup> emprendedor que van adquiriendo. Esto puede ser un problema a largo plazo, ya que los indicadores pueden indicar que los estudiantes cursan materias en el tema del emprendimiento, cuentan con profesores preparados en el campo, sin embargo, no manifiestan esta habilidad con proyectos, con adquisición de fondos o con negocios pre-egreso universitario, comprometiendo una habilidad que combina lo teórico con lo práctico.

Los resultados parecen inferir, como otros resultados en la literatura (Graevenitz et al., 2010; Slavtchev et al., 2012), que la Educación Emprendedora corre el riesgo de solamente convivir endógenamente en el desarrollo del currículum del estudiantado, pero no impactar en la visualización del estudiante como emprendedor desde la conexión con su entorno (Tabla 8). Es por ello, que varios autores han planteado rediseñar el cómo se enseña y se mide el emprendimiento en las Universidades (Etzkowitz, 2016). Como puede verse en la Tabla 8, los ítems reflejan mayormente a la Educación Emprendedora en la muestra de estudiantes universitarios; este constructo radica mayormente en la Escuela y en los Profesores, lo cual no es necesariamente negativo. Eso significa que en el contexto escolar se está atendiendo el tema desde el currículum formal; sin embargo, como se revisó en la literatura, emprendimiento es más que contenido y la vinculación con el entorno es fundamental para darle practicidad y operabilidad al concepto.

**Tabla 8.** Comparativa de ítems y factores de la educación emprendedora en el modelo (Elaboración propia con información de Hernández-Herrera y Sánchez-Rodríguez, 2017)

<b>Factor 1. Motivación para emprender</b>	<b>Factor 2. Influencia escolar y desarrollo de habilidades para el emprendimiento</b>
<p><b>5. Mis profesores me pueden ayudar al momento de decidir crear productos o servicios</b></p> <p><b>7. Considero que mi estancia en la escuela me ha ayudado a incrementar mi capacidad emprendedora</b></p> <p><b>10. Creo que mis profesores desarrollan mis habilidades de liderazgo en sus clases</b></p>	<p>18. Creo que <b>la escuela</b> fomenta la cultura emprendedora a través de ferias y concursos</p> <p>19. El <b>ambiente escolar</b> está desarrollando las habilidades necesarias para generar productos y servicios nuevos</p> <p>20. Creo que <b>mis profesores</b> me han ayudado a construir un proyecto de vida basado en el emprendimiento</p> <p>21. Considero que <b>la escuela</b> cuenta con el equipo necesario para desarrollar nuevos proyectos con oportunidades en el mercado</p> <p>22. Considero que <b>mis profesores</b> en sus clases motivan para diseñar o mejorar productos y servicios</p> <p>23. Considero que las asignaturas de <b>la escuela</b> enseñan habilidades de venta</p>

<sup>28</sup> An *entrepreneurial mindset is a set of skills that enable people to identify and make the most of opportunities, overcome and learn from setbacks, and succeed in a variety of settings* / Una mentalidad emprendedora es un conjunto de habilidades que permiten a las personas identificar y aprovechar al máximo las oportunidades, superar y aprender de los reveses y tener éxito en una variedad de entornos (<https://www.entrepreneur.com>) [Nota de los(as) editores(as)]

Otro hallazgo importante en la investigación es que el Factor 4 no se manifiesta en el modelo. Es decir, el conocimiento de apoyos tanto locales como federales no tiene una manifestación en la conceptualización de la Educación Emprendedora para la muestra de estudiantes universitarios. Esto es un hallazgo que a mediano y largo plazo puede impactar en la capacidad que los futuros egresados poseen para buscar, seleccionar y aplicar proyectos de emprendimiento con capital gubernamental o privado. Sin esta habilidad es complejo iniciar y mantener un arranque (*start-up*, en inglés) (Cressy y Bonnet, 2016; OCDE, 2015), especialmente en un ambiente tan incierto (INEGI, 2021).

En cuanto a las habilidades socio-digitales, se realizó un análisis de frecuencias, para entender los resultados obtenidos. Es necesario describir, tanto los problemas de conexión a internet, como los dispositivos usados para su atención en las clases virtuales que se llevaron a cabo durante este período de contingencia por COVID-19.

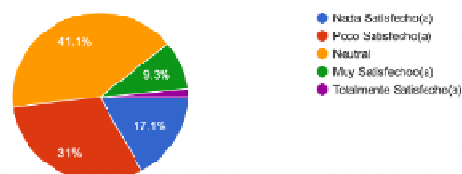
Entre el 91% y el 93% de los estudiantes de la muestra señaló conectarse a sus clases por medio de su móvil (teléfono celular en México) y de su computadora de escritorio. Es decir, en equipamiento cuentan con una versión móvil y otra permanente en casa. Esto apunta a nuevas oportunidades para continuar con el desarrollo de habilidades en este terreno digital, especialmente en la interacción móvil y la computadora de escritorio, ya que se cuenta con la infraestructura necesaria (*hardware*), paso fundamental para concretar el desarrollo de habilidades digitales.

En cuanto a conexión a internet, el 70% manifestó tener problemas de conectividad. Esto sin duda es el "granito negro en el arroz", pero conforme la infraestructura de conectividad vaya avanzando este problema se irá corrigiendo, pues es una necesidad en todos los niveles educativos (INEGI, 2020).

Sin embargo, no todo es positivo. Derivado de las medidas de virtualidad durante esta contingencia sanitaria, alrededor de un 50% del grupo manifestó sentirse poco o nulo satisfecho(a) con su aprendizaje. Sin duda, un área a debatir en el desarrollo académico de la adaptación educativa en esta modalidad virtual (Figura 5). Es necesario realizar intervenciones a detalle en este fenómeno encontrado, no solamente a nivel tecnológico sino emocional, brindando un acompañamiento entre el proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades TICA. Para aproximadamente un 50% de la muestra encuestada la adaptación emocional y tecnológica ante las clases virtuales representó un reto "muy difícil - difícil" (Figura 6).

5A. ¿Te has sentido satisfecho(a) con el desarrollo de tu aprendizaje durante esta contingencia?

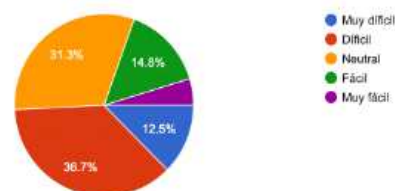
129 responses



**Figura 5.** Satisfacción del aprendizaje. Dimensión Habilidades Socio-Digitales (Elaboración propia con datos de la encuesta)

8B. ¿Cómo ha sido tu proceso de adaptación emocional y tecnológica en el uso y desarrollo de las clases virtuales durante la contingencia?

128 responses



**Figura 6.** Satisfacción del aprendizaje. Dimensión Habilidades Socio-Digitales (Elaboración propia con datos de la encuesta)

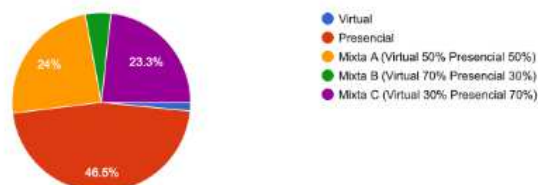
Esto significa un área de oportunidad para la capacitación en temas digitales, pero también en temas de gestión del tiempo, autonomía del aprendizaje por parte del estudiante, y de parte de las instituciones educativas al replantear la enseñanza, la asignación de tareas y la evaluación del aprendizaje.

El modelo *online* es muy diferente al modelo *offline* y el desarrollo de las habilidades de auto-gestión del aprendizaje son la piedra angular en el paradigma del desarrollo de las habilidades socio-digitales frente a los retos del 2030 y ante la concepción de una Universidad POSCOVID, que se asumiría como una organización que ha aprendido de este reto que la pandemia ha brindado.

Como puede verse en la Figura 7, más del 50% de la muestra de estudiantes ya aprendió a visualizar la virtualidad en diversos escenarios como una opción de experiencia de clase. Ese elemento sin duda no puede obviarse por parte de los tomadores de decisiones en las instituciones educativas y que cambiará para siempre la forma en la que se entiende y se vive la Universidad, especialmente en una posible recuperación o si los encierros obligados permanecen en 2022.

9B. De acuerdo con TU experiencia ¿Te gustaría continuar tus clases de manera? (Escoge una opción)

129 responses



**Figura 7.** Experiencia y modalidad de las clases. Dimensión Habilidades Socio-Digitales (Elaboración propia con datos de la encuesta)

## Conclusiones

Derivado de los resultados anteriores es posible revelar la importancia de la educación emprendedora como una habilidad que trastoca la capacidad del estudiante para asumirse como un solucionador de problemas y, por ende, autónomo en sus procesos cognitivos. Sin embargo, los hallazgos invitan a una profunda y seria reflexión del impacto de la manera en la que se enseña emprendimiento en las aulas universitarias, especialmente en la Universidad de Guanajuato, México, en donde la muestra fue seleccionada.

Esto conlleva una modificación en las experiencias tanto al interior de las aulas universitarias como en la aplicación de prácticas en el mundo empresarial. Una mayor vinculación con los problemas sociales, económicos y medio-ambientales que provea de mejores capacidades intelectuales, emocionales y socio-digitales al estudiantado para afrontar de manera óptima los retos que se esperan con miras al 2030. Menos trabajo en aula (educación) y más vinculación con el entorno (emprendedora), por decirlo de alguna manera.

En el caso de las habilidades socio-digitales, la pandemia COVID-19 dejó una serie de aprendizajes valiosos en el tema educativo, que no solamente recaen en la capacitación en *hardware* o *software*, sino en la formación de capacidades emocionales a los estudiantes para lograr una adaptación más plena en condiciones de complejidad económica (Etkin, 2013).

Si bien los estudiantes de hoy en día refieren una gran capacidad en el uso de herramientas tecnológicas, pasar muchas horas frente a la computadora, tableta o móvil no está garantizando su bienestar y aprendizaje. Es por ello que el acompañamiento de las instituciones educativas a través de sus directivos, profesores y estructuras administrativas es fundamental para concretar a las nuevas habilidades socio-digitales hacia las habilidades TICA.

En ese sentido, si las habilidades socio-digitales claves con miras al 2030 pudieran describirse a partir de los resultados del estudio, se puede concluir que corresponderían a tres bloques primordiales:

- 1) **Las habilidades emocionales - tecnología.** En el estudio, 50% de los estudiantes encuestados señalaron haber manifestado cambios de hábitos de sueño y emocionales, en gran medida causados por el aumento de horas frente a la pantalla. El uso continuo y repetido de la tecnología puede causar ansiedad y otros desórdenes emocionales (Rosen et al., 2013). Por lo que es necesario enseñar a nuestros estudiantes a regular su uso y brindarles oportunidades para explorar sus rutinas y hábitos de bienestar en modo *offline*.
- 2) **Las habilidades sociales - tecnología.** La tecnología tiene un potencial increíble para el desarrollo de proyectos colectivos. Uno de los núcleos de las habilidades socio-digitales es la capacidad para crear comunidades o lo que se ha llamado "tribus digitales". Grupos de personas que interactúan en la digitalidad para solucionar problemas en su región o comunidad o compartir conocimiento colectivo. El uso de redes sociales y plataformas de fondeo financiero son sin duda el mejor ejemplo de este tipo de habilidades. Sin embargo, no hay que dejar de ver la desconexión que el aislamiento social está generando dentro de las comunidades estudiantiles y en la sociedad. Sin duda, aquí se abre una línea de investigación que profundice cómo el aislamiento impacta en la construcción de comunidades, de tribus que favorezcan la comprensión y desarrollo de habilidades sociales, para entonces usar la tecnología como una herramienta para construir proyectos.
- 3) **Las habilidades medio-ambientales - tecnología.** La tecnología y su fabricación conviven en una paradoja con el ambiente. La basura tecnológica se incrementa año con año y pareciera que no existe una solución global en este tema. Es por ello que educar y sensibilizar a nuestros estudiantes en un consumo tecnológico razonable es fundamental para una habilidad socio-digital. Lo social es a lo ambiental, como lo ambiental a lo tecnológico. Sembrar esas consciencias en los jóvenes universitarios sin duda permite el acercamiento a un futuro más sustentable y conectado con la Madre Tierra.

## RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento eterno al Dr. Alberto Florentino Aguilera Alvarado por su siempre energía atenta. Siempre recordaremos su calidez y especialmente dedicar unos minutos (y a veces unas horas) a la charla en el pasillo de la Facultad: Debatir ideas, ser crítico con el entorno y estar comprometido con el futuro de la educación. El Dr. Aguilera será siempre recordado para mí, hasta el cielo, junto con la Dra. Rosa María Ortiz-Hernández, amigos entrañables, les mandamos un cálido abrazo. Gracias por ser y estar como una inspiración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoncic, B. 2007. "Intrapreneurship: A comparative structural equation modeling study. *Industrial Management & Data Systems*. 107(3): 309-325. <https://doi.org/10.1108/02635570710734244>.
- Antoncic, B., Hisrich, R.D. 2003. Clarifying the intrapreneurship concept. *Journal of Small Business and Enterprise Development*. 10(1): 7-24. <https://doi.org/10.1108/14626000310461187>.
- Bae, T.J., Qian, S., Miao, C., Fiet, J.O. 2014. The relationship between entrepreneurship education and entrepreneurial intentions: A Meta-analytic review. *Entrepreneurship: Theory and Practice*. 38(2):217-254. <https://doi.org/10.1111/etap.12095>.
- Becker, J.M., Klein, K., Wetzels, M. 2012. Hierarchical latent variable models in PLS-SEM: Guidelines for using reflective-formative type models. *Long Range Planning*. 45(5-6):359-394. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2012.10.001>.
- Cantu-Ortiz, F.J., Galeano, N., Mora-Castro, P., Fangmeyer J. 2017. Spreading academic entrepreneurship: Made in Mexico. *Business Horizons*. 60(4):541-550. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.04.002>.
- Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Edited by Library of Congress Cataloging. 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates. New York, Estados Unidos. <https://www.sciencedirect.com/science/book/9780121790608>.
- Cressy, R., Bonnet, J.. 2016. The real and imagined determinants of startup survival. Birmingham Business School Working Paper. Birmingham. Reino Unido.

- [https://www.researchgate.net/publication/316740842\\_The\\_real\\_and\\_imagined\\_determinants\\_of\\_startup\\_survival/references](https://www.researchgate.net/publication/316740842_The_real_and_imagined_determinants_of_startup_survival/references).
- Etkin, J. 2013. Gestión de la complejidad en las organizaciones. La estrategia frente a lo imprevisto y lo impensado. Ediciones Granica. Buenos Aires, Argentina.
- Etzkowitz, H. 2016. The entrepreneurial university: Vision and metrics. *Industry and Higher Education*. 30(2):83-97. <https://doi.org/10.5367/ihe.2016.0303>.
- Graevenitz, G., von, H.D., Weber, R. 2010. The effects of entrepreneurship education. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 76(1):90-112.
- Hair, J.F., Sarstedt, M., Hopkins, L., Kuppelwieser, V.G. 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). *European Business Review*. 26(2):106-121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>.
- Hengartner, M.O., Däppen, A. 2020. The University at the Crossroads to a Sustainable Future. En GLION COLLOQUIUM. Geneva, Switzerland.
- Henseler, J., Ringle, C.M., Sarstedt, M. 2015. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 43(1):115-135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>.
- Hernández-Herrera, C.A., Sánchez-Rodríguez, S. 2017. La educación empresarial: Un acercamiento desde los estudiantes universitarios en dos instituciones de educación superior. *Innovación Educativa*. 17(75):81-102. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n75/1665-2673-ie-17-75-81.pdf>
- Hite, L.M., McDonald, K.S. 2020. Careers after COVID-19: Challenges and changes. *Human Resource Development International*. 23(4):1-11. <https://doi.org/10.1080/13678868.2020.1779576>.
- ILO-OECD. 2020. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Jobs and Incomes in G20 Economies. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms\\_756331.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_756331.pdf).
- INEGI. 2020. Encuesta para la medición del impacto COVID-19 en la educación. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/ecovid19/2020/>.
- INEGI. 2021. ECOVID-IE 2021. Encuesta sobre el impacto económico generado por COVID-19 en las empresas. <https://www.inegi.org.mx/programas/ecovidie/>
- Kraus, S., Palmer, C., Kailer, N., Kallinger, F.L., Spitzer, J. 2019. Digital entrepreneurship: A research agenda on new business models for the twenty-first century. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-06-2018-0425>.
- Li, L., Wu, D. 2019. Entrepreneurial education and students' entrepreneurial intention: Does team cooperation matter? *Journal of Global Entrepreneurship Research*. 3(9): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40497-019-0157-3>.
- Liñán, F. 2004. Intention-based models of entrepreneurship education. *Piccola Impresa / Small Business*. 2004(3):11-35.
- Neck, H.M., Greene, P.G. 2011. Entrepreneurship education: Known worlds and new frontiers. *Journal of Small Business Management*. 49(1): 55-70. <https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2010.00314.x>.
- OCDE. 2015. Estudios del Centro de Desarrollo *Startup* América Latina, construyendo un futuro innovador. Informe de Avance." Monterrey. <http://www.oecd.org/dev/americas/ProgressReport.pdf>.
- OECD. 2018. The future of education and skills: Education 2030. *OECD Education Working Papers*. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1827.2012.02814.x>.
- Organización de las Naciones Unidas. 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible. 2015. <https://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible/>.
- Paray, Z.A., Kumar, S. 2020. Does entrepreneurship education influence entrepreneurial intention among students in HEI's?: The role of age, gender and degree background. *Journal of International Education in Business*. 13(1):55-72. <https://doi.org/10.1108/JIEB-02-2019-0009>.
- Pennebaker, J., Ashokumar, A., Vergani, L. 2020. The Pandemic Project 2020. <https://utpsyc.org/covid19/index.html>.
- Pereira, O.P., Costa, C. A. 2017. The importance of soft skills in the university academic curriculum: The perceptions of the students in the new society of knowledge. *International Journal of Business and Social Research*. 7(6):01. <https://doi.org/10.18533/ijbsr.v7i6.1052>.
- Philpott, K.D., Lawrence, O.C., Lupton, G. 2011. The entrepreneurial university: Examining the underlying academic tensions. *Technovation*. 31(4):161-170. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2010.12.003>.
- Ringle, C.M., Wende, S., Becker, J.M. 2015. "Smart PLS 3." Boenningstedt, Germany. <http://www.smartpls.com>.
- Rosen, L.D., Whaling, K., Rab, S., Carrier, L.M., Cheever, N.A. 2013. Is Facebook creating 'IDisorders'? The link between clinical symptoms of psychiatric disorders and technology use, attitudes and anxiety. *Computers in Human Behavior*. 29(3): 1243-1254. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.012>.
- Sarstedt, M., Ringle, C.M., Smith, D.R., Russell, H., Joseph, F. 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): A useful tool for family business researchers. *Journal of Family Business Strategy*. 5(1):105-115. <https://doi.org/10.1016/j.jfbs.2014.01.002>.
- Schulte, P. 2004. The entrepreneurial university: A strategy for institutional development. *Higher Education in Europe*. 29(2): 187-192. <https://doi.org/10.1080/0379772042000234811>.
- Schumpeter, J.A. 1934. *The Theory of Economic Development*. Ed. Harvard University Press. Estados Unidos.
- Simonetto, A. 2012. Formative and reflective models: State of the art. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*. 5(3): 452-457. <https://doi.org/10.1285/i20705948v5n3p452>.
- Slavtchev, V., Laspita, S., Patzelt, H. 2012. Effects of entrepreneurship education at universities. *Jena Economic Research Papers*. No. 25: 021, 33 páginas. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/70147/1/717296687.pdf> <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Approaching+the+Agora+?+Determinants+of+Scientist+s?+Intentions+to+Purse+Academic+Entrepreneurship#0>.
- Śledzik, K. 2013. Schumpeter's view on innovation and entrepreneurship. *SSRN Electronic Journal*. No. October. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2257783>.

- 
- Wegner, D. Thomas, E., Künzel T.E., Maehler, Alisson E. 2020. University entrepreneurial push strategy and students' entrepreneurial intention. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*. 26(2): 307-325. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-10-2018-0648>.
- Welsh, D.H.B., Tullar, W.L., Nemat, H. 2016. Entrepreneurship education: Process, method, or both? *Journal of Innovation & Knowledge*. 1(3):125-132. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2016.01.005>.
- Zhang, L. 2011. Comparative study of China and USA's colleges entrepreneurship education from an international perspective. *Journal of Chinese Entrepreneurship*. 3(3):185-194. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1108/17561391111166966>.

**Hoja intencionalmente en blanco / *Intentionally blank page***

---

---

**Madurez tecnológica en los proyectos de investigación, como factor esencial para la transferencia al mercado: Caso *Atomic Layer Deposition*, Universidad de Sonora-Kinematics**

***Technological maturity in research projects, as an essential factor for transfer to the market: Atomic Layer Deposition Case, Universidad de Sonora-Kinematics***

**Ricardo Alberto Rodríguez-Ojeda<sup>1</sup>, José Ramiro Fuentes-Lara<sup>2</sup>, Rafael García Gutiérrez<sup>3</sup>, Paula C. Isiordia-Lachica<sup>4</sup>, Ricardo Alberto Rodríguez-Carvajal\*<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Guanajuato, Químico Farmacobiólogo, México

<sup>2</sup>Universidad de Guanajuato, Ingeniería Química (Posgrado en Gestión e Innovación Tecnológica), México, correo-e (*e-mail*): \*rodriguez.ricardo@ugto.mx

<sup>3</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación en Física, México,

<sup>4</sup>Universidad de Guanajuato, Agronegocios, México

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

Recibido: Junio 10, 2021

Aceptado: Junio 30, 2021

**Resumen**

La realización de investigaciones de frontera científica y/o tecnológica es una actividad desarrollada de manera profunda por los investigadores y académicos en México. Los indicadores de producción de conocimiento científico y/o tecnológico reflejan la pertinencia e impacto de esta actividad. Asimismo, existen indicadores que permiten dimensionar el impacto social y económico derivado de la generación de conocimiento y tecnología en el sector productivo y público, como: La generación de propiedad industrial, evaluación o valoración económica de la tecnología y su transferencia a los usuarios finales, por citar algunos. En esta investigación se presentan las herramientas metodológicas para la realización de una estrategia de protección, una valorización económica y un plan de transferencia tecnológica, mediante la optimización de los instrumentos aplicables, con la finalidad de alcanzar la madurez tecnológica a través de la identificación oportuna de la pertinencia de la generación de conocimiento y la vinculación efectiva con el usuario final. El caso práctico de análisis, dirigido por el Dr. Rafael García-Gutiérrez del Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora consistió en desarrollar un equipo para la aplicación de capas nanométricas de material, con el objetivo de atender la necesidad de un proyecto de generación de conocimiento en el área de recubrimientos de diamante a celdas solares. Una vez desarrollado el equipo científico para la depositación de una capa atómica (*ALD, atomic layer deposition*), se implementó una estrategia para la maduración del proyecto en materia económica y de manufactura, para contar con las bases técnicas necesarias en la transferencia de tecnología a una empresa local con tecnología de hornos al alto vacío. Los resultados derivados de la estrategia anteriormente mencionada brindan una experiencia enriquecedora al ser evidencia del éxito de implementar una estrategia para la maduración tecnológica y una eficaz y eficiente vinculación con el usuario final, para su posible explotación en el mercado.

**Palabras clave:** Madurez tecnológica, transferencia-de-tecnología, depositación de una capa atómica o *Atomic Layer Deposition*

**Abstract**

*Scientific or/and technological frontier research is an activity deeply developed by academics and researchers in México, the relevance and impact of this activity is reflected by the scientific or/and production indicators. There are also indicators that allow to understand the social and economic impact from knowledge and development of technology in the private and public sector, such as industrial property generation, to economic evaluation of technology and its transfer to the final users, to name a few. This paper describes the methodological tools for carrying out a protection strategy, an economic valuation and a technology transfer plan by optimizing the applicable instrument in order to achieve technological readiness, through the timely identification of the relevance of knowledge generation and its effective linkage to the final user. This practical case of analysis,*

led by Dr. Rafael García-Gutiérrez from the Physics Research Department of the University of Sonora (UNISON), consisted in developing an equipment for the nanometric material layers application in order to satisfy the need of a knowledge generation project at the diamond coatings area of solar cells. Once the scientific equipment (ALD, atomic layer deposition) had been developed, a readiness strategy was implemented in both economic and manufacturing issues, to generate the necessary technical bases in order to achieve technology transfer to a local company with high vacuum furnaces expertise. The results derived from the last-mentioned strategy, provide an enriching experience as they are evidence of a successfully technological readiness strategy and also, an effective and efficient linkage with the final user for a future market exploitation.

**Keywords:** Technological readiness, technology transfer, atomic layer deposition

## INTRODUCCIÓN

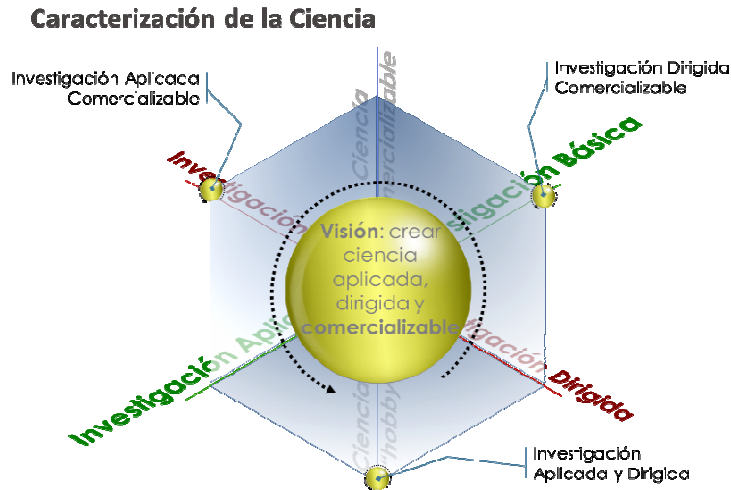
En la actualidad, se está viviendo en la economía del conocimiento donde las instituciones de educación superior (IES) y centros de investigación (CI), adquieren una gran relevancia por sus funciones inherentes, siendo la generación de conocimiento de frontera una de sus actividades sustantivas (Aboites y Díaz, 2013; Calderón, 2013; Pérez-Hernández y Calderón-Martínez, 2014). Los principales productos de la generación de conocimiento son: Los artículos científicos y los derechos de propiedad intelectual (derechos de autor y la propiedad industrial en todas sus figuras jurídicas). Desde finales de la década de 1970 y, más específicamente, desde la primera mitad de los años ochenta se ha observado la tendencia mundial, que busca explícitamente la comercialización del conocimiento generado en las IES y CI (Calderón, 2013, 2014; De Gortari, 1999; Luna, 1999).

En la Figura 1 puede observarse la caracterización de la función de la investigación como producto de las IES y CI de México; en el eje de las X se encuentra la investigación básica (IB) e investigación aplicada (IA), y en el eje de las Y, la investigación libre (IL) e investigación dirigida (ID).



**Figura 1.** Caracterización de la función de la investigación en México

En la caracterización de la función de la investigación en México, puede resaltarse que la mayor parte de la misma es de tipo básica y libre; resultado que deriva de la cantidad de artículos de investigación generados por las IES y CI, con una baja incidencia en la solución de problemáticas sociales y productivas de México (Figura 2). El principal indicador que muestra la aplicación industrial del conocimiento generado es la Propiedad Industrial (PI), el cual no tiene una relación directamente proporcional con respecto a los productos generados por las IES y CI. Por lo anterior, la política pública en México ha dirigido a las IES y CI, a la generación de propiedad industrial que se pueda insertar como soluciones en el sector social y productivo, priorizando la función de investigación de las IES y CI con una visión hacia la creación de ciencia aplicada, dirigida y comercializable (Antonelli, 2008; Baldini, 2006; Calderón, 2013, 2014; Dasgupta y David, 1994; David y Foray, 2002; Etzkowitz, 2002,2003; Etzkowitz et al., 2000; Foray, 2004; Zuniga, 2011).



**Figura 2.** Caracterización de la ciencia

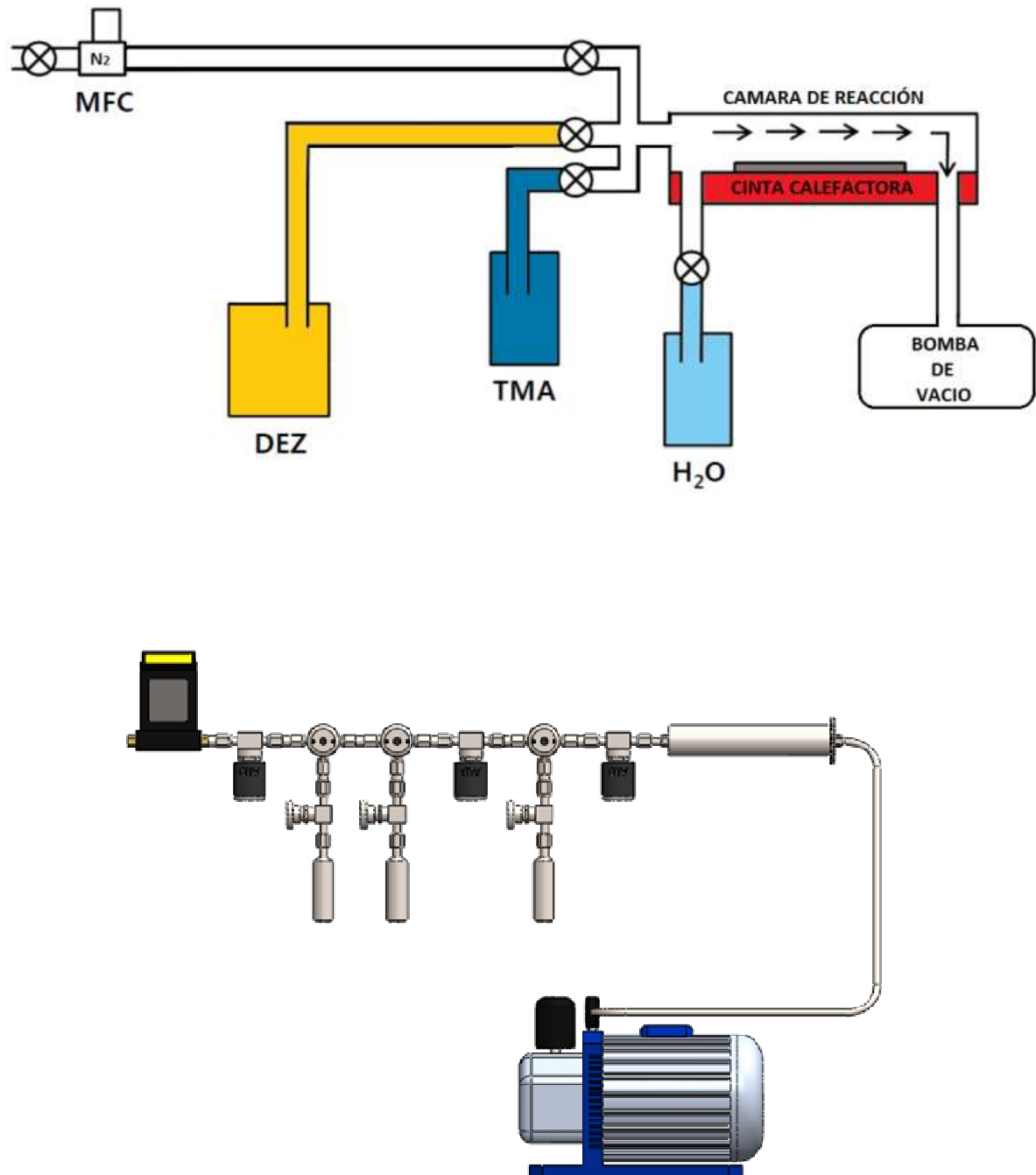
La generación de activos intangibles de propiedad intelectual es un potencial comercial sin precedente en estas instituciones, pero no garantiza que el sector privado se interese en ellos, ya que se cuenta con un antecedente histórico de desvinculación entre el sector académico y el productivo. Aún cuando la Ley de Ciencia y Tecnología se modificó en el año 2015 buscando poner las condiciones normativas para fomentar la generación de emprendimientos científicos de base tecnológica mediante la creación de empresas (*Start-up, Spin-off*) y transferencias de tecnología a los sectores productivos y/o sociales, estas condiciones no se han implementado del todo en las IES y CI (Guzmán et al., 2012; Henao et al., 2014).

El objetivo de este artículo es permitir a los integrantes de las comunidades de las instituciones conocer algunas herramientas para valorar sus activos intangibles, a través de la implementación de un modelo de negocio que permita realizar el intercambio y/o ganancia por los actores involucrados en una negociación de transferencia de tecnología.

### **DESARROLLO TECNOLÓGICO de un SISTEMA para la DEPOSITACIÓN DE UNA CAPA ATÓMICA (*ALD* por sus siglas en inglés, *atomic layer deposition*)**

En la Figura 3 puede observarse el equipo desarrollado por este grupo de trabajo para la depositación de una capa atómica, por sus siglas en inglés *ALD* (*atomic layer deposition*) construido en un laboratorio de la Universidad de Sonora, México, para el depósito de películas de ZnO, junto con un diagrama esquemático del reactor. El equipo construido es un sistema *ALD* térmico, el cual puede variar su temperatura en diferentes zonas, necesarias para tener un mayor control del crecimiento de la película y también una mejor calidad del material depositado. Las zonas térmicas que se controlaron en este equipo fueron tres: La zona de los cilindros (donde estaban los precursores), las líneas de conducción de vapores y la cámara de reacción. Las líneas de conducción de vapores y la cámara de crecimiento estaban a una presión determinada, la cual varió entre los disparos de los precursores y la entrada del gas de purga. Es importante mencionar que la presión en estos sectores del equipo *ALD* es esencial para el control del crecimiento del material.

Primeramente, se realizó una producción de más de 20 muestras de depósitos cortos usando los parámetros encontrados en la literatura donde se mencionaba el uso de los mismos precursores y el mismo gas de purga en un equipo *ALD* similar al usado, para comprobar que los depósitos experimentales tenían reproducibilidad, ya que nunca se había trabajado anteriormente con este material en este equipo. Después de lograr una reproducibilidad satisfactoria en los depósitos cortos de las películas de ZnO se procedió a elaborar la curva de saturación (Figura 4).

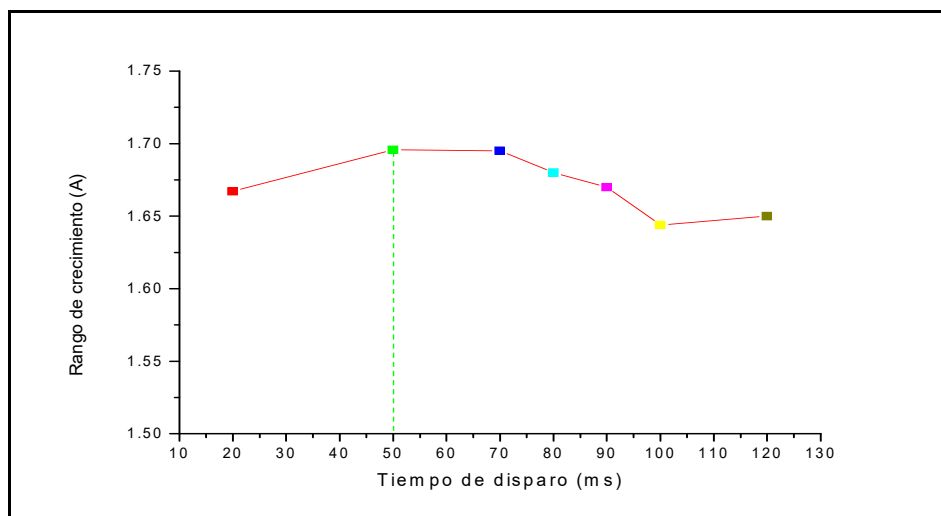


**Figura 3.** Diagrama esquemático del Sistema para la Deposición de una Capa Atómica (ALD, por sus siglas en inglés, *atomic layer deposition*)

[ $N_2$ : Nitrógeno molecular como gas de purga; MFC: *Mass Flowmeter Control*, en español, control del medidor de flujo másico; DEZ: Dietilzinc como precursor metal-orgánico del zinc; TMA: Trimetilaluminio como precursor metal-orgánico del aluminio, solamente para crecimiento de  $Al_2O_3$ ] [agua ( $H_2O$ ) como reactante o agente oxidante; todos los depósitos fueron sobre óxido de silicio ( $SiO_2$ ) usando como sustrato obleas de silicio]

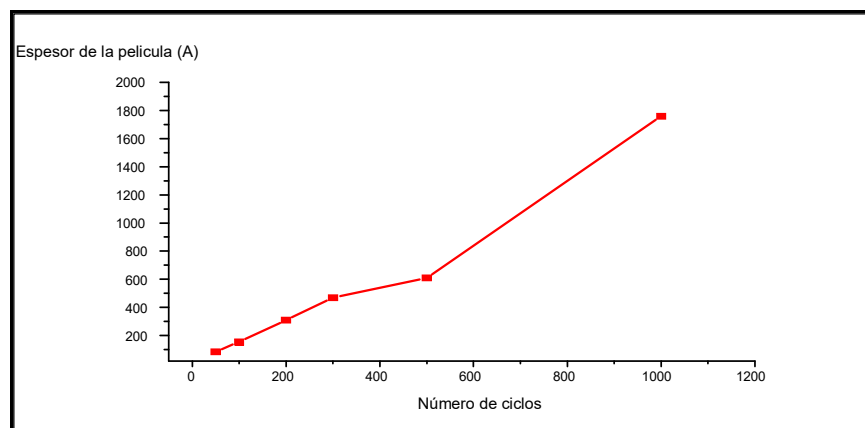
Las magnitudes de los parámetros usados fueron las siguientes:

1. Presión: 10 mTorr
2. Temperatura del precursor: Ambiente (RT~25°C)
3. Temperatura del reactante: Ambiente (RT~25°C)
4. Temperatura de las líneas de conducción: 120°C
5. Temperatura de la cámara de crecimiento: 180°C
6. Tiempo de purga del precursor: 10 s
7. Tiempo de disparo del reactante: 50 ms
8. Tiempo de purga del reactante: 10 s, variando el tiempo de disparo del precursor de 20 ms hasta 120 ms, para encontrar el tiempo de disparo ideal para el crecimiento de la película, continuando con la elaboración de la gráfica de curva de saturación según la tasa de crecimiento de las películas.



**Figura 4.** Curva de saturación, según la tasa de crecimiento del ZnO

En la Figura 4 se puede observar que el tiempo de disparo óptimo para el depósito de películas de ZnO usando este equipo *ALD* fue de 50 milisegundos. Una vez encontrado el tiempo de disparo óptimo, se procedió a realizar depósitos a diferentes números de ciclos con los cuales, se pretendía obtener una tasa de crecimiento lineal entre el número de ciclos y el espesor de la película (Figura 5).



**Figura 5.** Tasa de crecimiento lineal entre el número de ciclos y el espesor de la película de ZnO

---

Al realizar estos depósitos se mostró que se tenía un crecimiento lineal con respecto del número de ciclos y el espesor de la película. Es importante resaltar el buen control de la tasa de crecimiento por ciclo que, como se mostró en la gráfica de la curva de saturación, está en el rango de los 1.6–1.7 Å por ciclo. Cabe mencionar que todas las mediciones de los espesores de las películas fueron realizadas con el mismo equipo: Un elipsómetro de la compañía Woollam modelo M-44. Una vez teniendo una buena calidad en el control del crecimiento de las películas de ZnO se realizaron los cálculos para desarrollar películas con los espesores necesarios con las que se harían las mediciones requeridas que mostraran las características del material.

### **Ventajas y beneficios**

Los depósitos cortos se realizaron dejando la mayoría de los parámetros fijos y variando solamente uno de ellos, después de medir el espesor de la película y calcular su rango de crecimiento por ciclo.

## **METODOLOGÍA**

### **Evaluación del nivel de madurez tecnológica y comercial de la tecnología**

El nivel de madurez tecnológica de los proyectos científicos y tecnológicos es el factor más importante que se debe evaluar para poder detectar su valor comercial y su potencial de transferencia tecnológica. Esta metodología fue publicada por la *NASA* de los Estados Unidos en 1970<sup>29</sup>, y sigue vigente como herramienta para calcular el potencial de éxito en el mercado. Para la realización de la evaluación del nivel de madurez tecnológica y comercial del caso práctico que se presenta, se utilizó la herramienta disponible con la entidad *NYSERDA*, una adaptación de la publicada por la *NASA*, que le agrega de manera muy interesante el componente comercial en la evaluación. Esta herramienta se publica mediante el uso de una hoja de cálculo tipo Excel y permite ayudar a las empresas emergentes y en crecimiento a determinar el nivel de madurez tecnológica y comercial de sus productos / innovaciones mediante el uso de una herramienta personalizada e integrada de nivel de madurez tecnológica (*TRL* por sus siglas en inglés) y nivel de madurez comercial (*CRL* por sus siglas en inglés). Esta herramienta *TRL / CRL* se basa en los sistemas desarrollados por la *NASA*, el *DOE* y *ARPA-E*, y ha sido diseñada específicamente para empresas industriales que mantienen los principios de la energía limpia (Phelps, 2017).

Esta actividad se ha realizado considerando los avances tecnológicos y comerciales, presentando como principal novedad, la alianza entre la Universidad de Sonora (UNISON) y la empresa Kinematics, S.A. de C.V. Esta alianza aporta al caso práctico, la experiencia y capacidades de negocio de la empresa y las capacidades científicas y tecnológicas de la Universidad. De este binomio de cooperación y coordinación, se obtiene una óptima evaluación del potencial de transferencia de la tecnología al mercado.

Una de las barreras a las que se enfrentan los investigadores en México y en el mundo es la falta de experiencia y conocimiento en los temas comerciales y de negocios. La actividad de la transferencia de desarrollos tecnológicos, en muchas ocasiones, depende de que el sector empresarial que pudiera estar interesado en poder absorber o recibir la tecnología desarrollada en los Centros de Investigación y/o Universidades, se tope con que los desarrollos no se encuentran completos o suficientemente maduros para su adopción y utilización comercial, que es el interés del sector empresarial.

La metodología de evaluación del nivel de madurez tecnológica ofrece una herramienta que sirve para evaluar y trabajar en aquellas actividades que faltan para lograr un correcto desarrollo y que hagan atractivo el desarrollo tecnológico a los usuarios potenciales. Por este motivo, en este caso de estudio se utilizó esta metodología, permitiendo visualizar el estado actual de la tecnología y pudiendo realizar una negociación que reflejara los intereses de ambas partes, la empresa y la Universidad. Esto se ve planteado en un modelo de negocio, utilizando la metodología del *Board of Innovation* y configurando

---

29 Ver **Nomenclatura** al final de este artículo donde se explican todas las siglas usadas en este párrafo [Nota de los editores]

un modelo de negocio de intercambio que refleja las interacciones entre los diferentes actores concernientes a la negociación de esta tecnología.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del nivel de madurez tecnológico y comercial con la metodología propuesta por la entidad gubernamental *NYSERDA*.

Se plantean primero varias preguntas.

**Pregunta 1.** Está dirigida a evaluar la madurez en aspectos de la tecnología.

Tecnología		
<input type="radio"/>	1	El producto del proyecto va más allá de la investigación básica y se ha definido el concepto tecnológico
<input type="radio"/>	2	La etapa de investigación aplicada ha dado inicio y se han identificado aplicaciones prácticas
<input type="radio"/>	3	Se han comenzado las pruebas preliminares de los componentes tecnológicos y se ha establecido la viabilidad técnica en un entorno de laboratorio
<input type="radio"/>	4	La prueba inicial del producto / sistema integrado se ha completado en un entorno de laboratorio
<input checked="" type="radio"/>	5	El producto / sistema integrado a escala de laboratorio demuestra el rendimiento en las aplicaciones previstas
Respuesta	El producto / sistema integrado a escala de laboratorio demuestra el rendimiento en las aplicaciones previstas	

**Pregunta 2.** Evalúa el desarrollo del producto, siendo esta la evaluación con calificación más baja, ya que se iniciará el mes de agosto el escalamiento del prototipo para aplicaciones comerciales e iniciar las pruebas en entorno real.

Desarrollo de Producto		
<input type="radio"/>	1	Se ha definido el ajuste inicial producto vs mercado
<input checked="" type="radio"/>	2	El producto o sistema se ha probado en las aplicaciones previstas de escala de entorno real
<input type="radio"/>	3	Se ha completado la demostración del prototipo de producto o sistema a gran escala en las aplicaciones previstas
<input type="radio"/>	4	Se ha comprobado que el producto ó sistema real funciona en su forma casi final bajo un conjunto representativo de condiciones y entornos esperados
<input type="radio"/>	5	El producto o sistema está en su forma final y ha sido operado bajo una amplia gama de condiciones de operación y ambientes.
Respuesta	El producto o sistema se ha probado en las aplicaciones previstas de escala de entorno real	

**Pregunta 3.** Evalúa el diseño y definición del producto, donde se cuenta con el prototipo a escala de laboratorio, y con el diseño y conocimiento del mejor uso para la aplicación de capas delgadas de ZnO.

Definición / Diseño del producto		
<input type="radio"/>	1	Se han definido una hipótesis de más sobre el producto inicial
<input type="radio"/>	2	El resultado del mapeo de los atributos del producto / sistema contra las necesidades del cliente es una propuesta de valor clara
<input checked="" type="radio"/>	3	El producto o sistema ha sido escalado desde del laboratorio hasta la escala piloto identificando los problemas que pueden afectar el logro de la escala completa
<input type="radio"/>	4	Se ha desarrollado un modelo integral de propuesta de valor para el cliente, que incluye una comprensión detallada de las especificaciones del producto ó sistema, las certificaciones requeridas y las compensaciones
<input type="radio"/>	5	Se ha completado la optimización del diseño final del producto o sistema, se han obtenido las certificaciones requeridas y el producto ó sistema ha incorporado requisitos detallados del cliente y del producto
Respuesta	El producto o sistema ha sido escalado desde del laboratorio hasta la escala piloto identificando los problemas que pueden afectar el logro de la escala completa	

**Pregunta 4.** Evalúa el panorama competitivo, considerando la alianza realizada con la empresa Kinematics, ha podido llegar a un nivel maduro alto, siendo muchas veces para los desarrollos de investigadores mexicanos, el elemento donde se obtiene la evaluación más baja.

Panorama de competitividad		
<input type="radio"/>	1	Se ha realizado una investigación de mercado secundaria, se ha identificado un conocimiento básico de aplicaciones potenciales y se ha identificado un panorama competitivo
<input type="radio"/>	2	Se ha completado la investigación de mercado primaria para demostrar la viabilidad comercial del producto ó sistema y se ha completado una comprensión básica de la competitividad del producto ó sistema competitivo
<input type="radio"/>	3	Se ha completado una exhaustiva investigación de mercado para demostrar la viabilidad comercial del producto ó sistema y se ha demostrado la comprensión intermedia de la competitividad del producto ó sistema
<input type="radio"/>	4	Se ha completado un análisis competitivo para ilustrar las características y ventajas únicas del producto / sistema
<input checked="" type="radio"/>	5	Se ha logrado una comprensión completa del panorama competitivo, las aplicaciones objetivo, el panorama competitivo y el mercado
Respuesta	Se ha logrado una comprensión completa del panorama competitivo, las aplicaciones objetivo, el panorama competitivo y el mercado	

**Pregunta 5.** Evalúa al equipo de trabajo, conformado en la parte científica por la UNISON y en la parte empresarial por la empresa Kinematics; también, el equipo de consultores y asesores auspiciados por el programa *DKTI* Solar de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, *GIZ* por sus siglas en alemán<sup>30</sup> (<https://www.giz.de/en/downloads/giz2017-es-solar-mexiko-dkti.pdf>), lleva al proyecto a la madurez más alta, facilitando los acuerdos y trabajos en negocios, manufactura y tecnología.

30 Al igual que para las siglas estadounidenses en la sección de **Nomenclatura** al final del artículo están las definiciones de estas siglas en alemán [Nota de los(as) editores(as)]

Equipo		
<input type="radio"/>	1	No está constituida la empresa o el equipo (Persona física, Investigador y/o grupo de investigación)
<input type="radio"/>	2	Fundadores exclusivamente técnicos o no técnicos dirigen la empresa sin asistencia externa
<input type="radio"/>	3	Fundadores exclusivamente técnicos o no técnicos que dirigen la empresa con la asistencia de asesores / mentores externos y / o incubadoras / aceleradoras
<input type="radio"/>	4	Equipo equilibrado con experiencia en desarrollo / comercialización técnica y comercial que dirige la empresa con asistencia de asesores / mentores externos
<input checked="" type="radio"/>	5	Equipo equilibrado con todas las capacidades dirigiendo la empresa con asistencia de asesores / mentores externos
Respuesta	Equipo equilibrado con todas las capacidades dirigiendo la empresa con asistencia de asesores / mentores externos	

La pregunta siguiente evalúa la madurez que tiene el desarrollo hacia el mercado, obteniendo una calificación intermedia, ya que hace falta contar con el desarrollo a nivel producto para poder avanzar. Se tienen localizados los actores de la cadena de valor, pero se necesita el escalamiento para poder interactuar con los demás actores de la cadena.

Hacia el Mercado		
<input type="radio"/>	1	Se ha definido el modelo comercial inicial y el valor
<input type="radio"/>	2	Se ha entrevistado a clientes - socios para comprender sus puntos débiles - necesidades y se ha refinado el modelo de negocio y la propuesta de valor en función de los comentarios de clientes / socios
<input checked="" type="radio"/>	3	Se ha definido cómo interactúan el mercado y las necesidades del cliente / socio traducidos en los requisitos del producto, y se han desarrollado relaciones iniciales con los principales interesados en toda la cadena de valor
<input type="radio"/>	4	Se han formado asociaciones con partes interesadas en toda la cadena de valor
<input type="radio"/>	5	Se han establecido acuerdos de suministro con proveedores y socios. Se han recibido pedidos de compra iniciales de los clientes
Respuesta	Se ha definido cómo interactúan el mercado y las necesidades del cliente / socio traducidos en los requisitos del producto, y se han desarrollado relaciones iniciales con los principales interesados en toda la cadena de valor	

El nivel de madurez siguiente evalúa con la pregunta sobre manufactura y cadena de suministro, obteniendo una calificación intermedia, ya que se ha propuesto el diseño de escalamiento y se han acordado los estándares que serán aplicados en la manufactura del equipo, para poder avanzar los siguientes niveles en la evaluación.

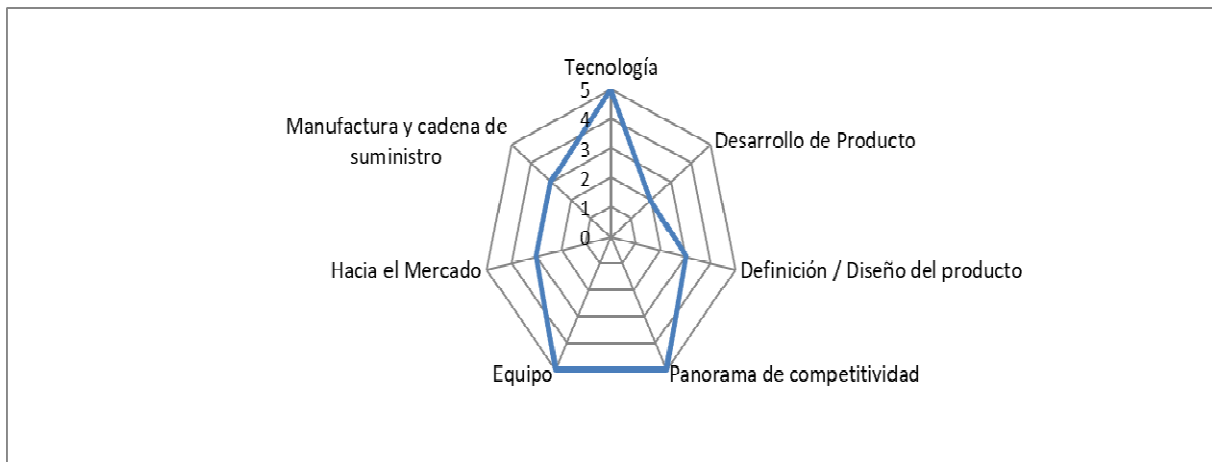
Manufactura y cadena de suministro		
<input type="radio"/>	1	Los posibles proveedores, socios y clientes han sido identificados y mapeados en un análisis inicial de la cadena de valor
<input type="radio"/>	2	Se han establecido relaciones con posibles proveedores, socios, proveedores de servicios y clientes. Han aportado información sobre los requisitos de fabricación de los productos
<input checked="" type="radio"/>	3	Se han definido los estándares del proceso de fabricación y están en progreso
<input type="radio"/>	4	El producto o sistema se ha fabricado y vendido de forma piloto a clientes iniciales
<input type="radio"/>	5	Se ha logrado la fabricación a gran escala y se ha realizado la implementación generalizada de productos ó sistemas para clientes y / o usuarios
Respuesta	Se han definido los estándares del proceso de fabricación y están en progreso	

El resultado de la evaluación con la metodología citada arriba se muestra en la Figura 6. Para el caso práctico es:

Un nivel de madurez tecnológica de 6 y un nivel de madurez comercial de 4.

Estos resultados son posibles ya que la alianza estratégica con la empresa Kinematics S.A de C.V., brinda un portafolio de experiencias de más de 15 años en el mercado de la manufactura y fabricación de equipos de alta tecnología.

En los últimos 3 años ha incursionado en la fabricación, servicio y venta de equipos de alto vacío aportando una gran experiencia al proyecto y fortaleciendo las debilidades de la UNISON en esta área. Es importante resaltar la participación del equipo de consultoría de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional [*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ*], en el programa de Energía Solar a Gran Escala (*DKTI Solar*), permitiendo lograr acuerdos y avances significativos en la conformación de estrategias comerciales y madurez de negocios, así como la propuesta de modelos de negocios y acuerdos de transferencia de tecnología.



**Figura 6a.** Resultados obtenidos de la evaluación

**Technology Readiness Level:** 6

**Commercialization Readiness Level:** 4

Categoría	Respuestas
Tecnología	El producto / sistema integrado a escala de laboratorio demuestra el rendimiento en las aplicaciones previstas
Desarrollo de Producto	El producto o sistema se ha probado en las aplicaciones previstas de escala de entorno real
Definición / Diseño del prod.	Se ha desarrollado un modelo integral de propuesta de valor para el cliente, que incluye una comprensión detallada de las especificaciones del producto o sistema, las certificaciones requeridas y las compensaciones
Panorama de competitividad	Se ha logrado una comprensión completa del panorama competitivo, las aplicaciones objetivo, el panorama competitivo y el mercado
Equipo	Equipo equilibrado con todas las capacidades dirigiendo la empresa con asistencia de asesores / mentores externos
Hacia el Mercado	Se ha definido cómo interactúan el mercado y las necesidades del cliente / socio traducidos en los requisitos del producto, y se han desarrollado relaciones iniciales con los principales interesados en toda la cadena de valor
Manufactura y cadena de suministro	Se han definido los estándares del proceso de fabricación y están en progreso

**Figura 6b.** Resultados obtenidos de la evaluación

## CONCLUSIÓN

Se logró la:

### DESCRIPCIÓN DE LAS INTERACCIONES DEL GRUPO DE TRABAJO CON USUARIOS, EMPRESAS O ASOCIACIONES INTERESADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Existe gran interés por parte de la empresa KINEMATICS S.A. de C.V., por los resultados esperados en este proyecto. Dicho interés está plasmado en un convenio de entendimiento que acompaña a esta propuesta firmada por el representante de la empresa y el investigador responsable del proyecto.

Esto incrementa la posibilidad de una adopción temprana de la tecnología y los procesos desarrollados, así como la formalización de una alianza para lograr la comercialización de resultados.

Uno de los retos en este caso es el de poder cristalizar el interés de las partes y lograr una propuesta de negocios que sea aceptada por todos los actores:

Investigador,

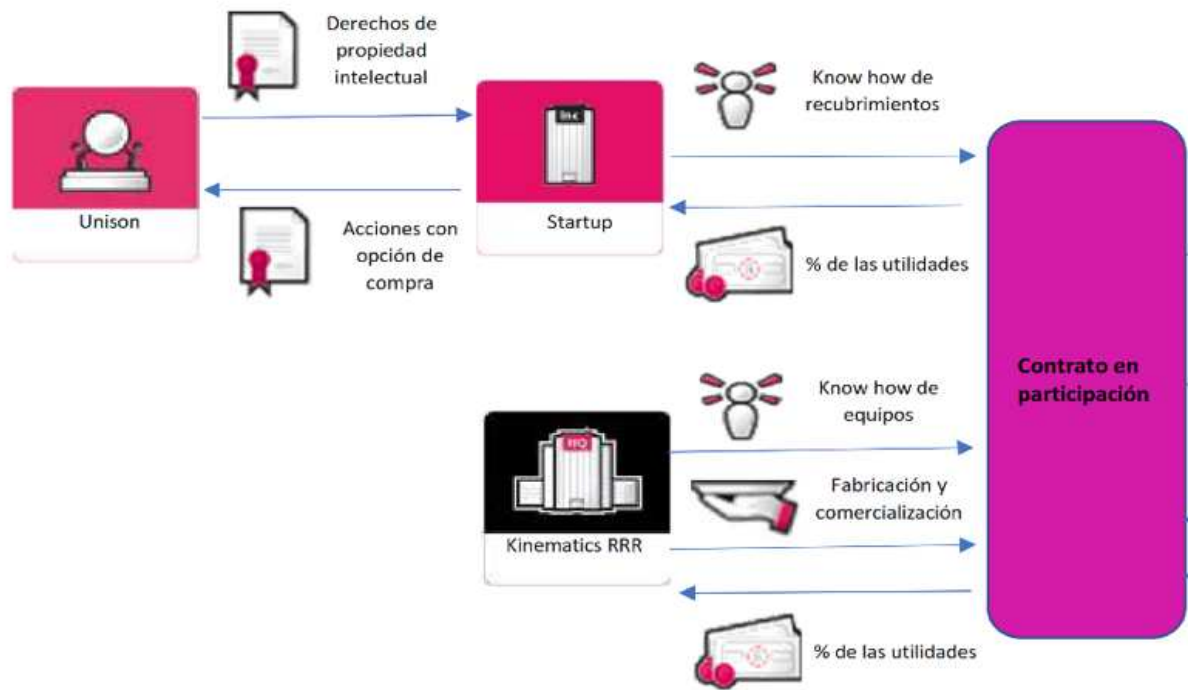
Universidad y

Empresario.

Para lograr lo anterior, se desarrolló un modelo de negocio basado en la metodología de intercambio.

Esta metodología fue propuesta por *The Board of Innovation* y es comúnmente utilizada para proyectos de innovación y desarrollo tecnológico, lanzamientos y creación de *Startup* 's.

En la Figura 7 se presenta el modelo de negocio de intercambio propuesto.



**Figura 7.** Modelo de negocio de intercambio propuesto

En este modelo se tienen tres jugadores de diferente índole y con diferentes intereses. El primero es la Universidad de Sonora (UNISON, Unison), la cual contará con los derechos de explotación comercial de la tecnología con una solicitud de patente y que negociará los derechos de explotación comercial con la entidad denominada *Startup* que impulse el investigador, mediante un contrato donde la Universidad obtendrá un porcentaje de acciones de esta nueva empresa, a cambio de no solicitar un pago anticipado y regalías.

El segundo jugador es la entidad *Startup*, quien tiene todo el *Know-how*, mismo que entregará por medio de un contrato de participación a la empresa Kinematics (tercer jugador), quien regresará un porcentaje de utilidades a la *Startup*. El tercer jugador tiene una amplia experiencia en la fabricación de equipos de alta tecnología y recibirá un porcentaje de utilidades de las ventas de los equipos, encargándose de la fabricación y comercialización de esta tecnología según lo acordado en el contrato de participación.

Al realizar de esta manera la transferencia de tecnología, se busca lograr la interacción entre el tercer jugador con el segundo jugador, donde cada uno aporta su *Know-how* y recibe las utilidades generadas por la comercialización de los equipos. Es importante señalar que el tercer jugador es una pequeña empresa local que conoce el mercado nacional de hornos al alto vacío, cuenta con capacidades tecnológicas de manufactura avanzada y tiene un canal de comercialización maduro; además, ha mostrado la disposición a ayudar a desarrollar al jugador dos.

Plantear esta solución permitió lograr una negociación efectiva entre todos los jugadores; donde de manera tradicional, el primer jugador está acostumbrado a buscar un beneficio inmediato, con una venta de la tecnología y/o un pago por adelantado mediante un contrato que contempla el pago por regalías por un tiempo determinado. En esta antigua dinámica de transferencia de tecnología, el primer jugador no contemplaba que quien recibe la tecnología debe realizar una fuerte inversión para poderla explotar comercialmente.

Es común encontrar procesos de transferencia de tecnología donde no se cuenta con la suficiente madurez para su comercialización y no existen empresas que apuesten a la adquisición de tecnologías mediante contratos que impliquen regalías y pagos por adelantado. Esta es la principal causa por la que las Universidades y los Centros de Investigación no pueden explotar o aplicar sus desarrollos tecnológicos ni mucho menos transferirlos al mercado productivo.

## Nomenclatura

<b>Término</b>	<b>Significado</b>
<i>ALD</i>	Deposición de capa atómica por sus siglas en inglés ( <i>atomic layer deposition</i> )
<i>ARPA-E</i>	Siglas en inglés para la <i>Advanced Research Projects Agency-Energy</i> . La Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada-Energía ( <i>ARPA-E</i> ) promueve tecnologías energéticas de alto potencial y alto impacto que son demasiado tempranas para la inversión del sector privado. Los galardonados con <i>ARPA-E</i> son únicos porque están desarrollando formas completamente nuevas de generar, almacenar y usar energía
CI	Centros de investigación
<i>CRL</i>	Nivel de madurez comercial por sus siglas en inglés ( <i>commercial readiness level</i> )
<i>DKTI</i>	Siglas para <i>Deutsche Klima Technologien und Innovationen</i> (Tecnologías e Innovaciones Alemanas para el Clima)
<i>DKTI Solar</i>	Programa de Energía Solar México ( <i>DKTI Solar</i> ) auspiciado por la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional ( <i>GIZ</i> por sus siglas en alemán) para el Desarrollo Sustentable en México. Situación actual: Incrementar el uso de la energía solar a gran escala en México El suministro energético en México se basa principalmente en combustibles fósiles, los cuales representan más del 90 por ciento del total de la energía primaria en el país. La reforma energética y la reciente Ley de Transición Energética crearon una base importante para incrementar la participación de las energías renovables en la matriz energética. Asimismo, en el marco de las negociaciones internacionales sobre cambio climático, el gobierno de México se ha comprometido a metas ambiciosas para promover las energías limpias y la mitigación de gases de efecto invernadero
<i>DOE</i>	Siglas en inglés para el Departamento de Energía de los Estados Unidos ( <i>Department of Energy</i> )
<i>GIZ</i>	Siglas en alemán para la <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional en el Desarrollo Sustentable)
IA	Investigación aplicada
IB	Investigación básica
ID	Investigación dirigida
IES	Instituciones de educación superior

Término	Significado
IL	Investigación libre
<i>Know-how</i>	Expresión en inglés que significa literalmente "saber cómo"
NASA	Siglas en inglés para la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos ( <i>National Aeronautics and Space Administration</i> )
NYSERDA	Siglas en inglés para la <i>New York State Energy Research and Development Authority</i> . La Autoridad de Investigación y Desarrollo Energético del Estado de Nueva York, conocida como <i>NYSERDA</i> , promueve la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía renovables (Wikipedia)
PI	Propiedad Industrial
<i>Startup</i>	Expresión en inglés que significa literalmente "arrancar". En este caso es el nombre asignado a una entidad de reciente creación, emanada de una universidad o centro de investigación, con una figura legal de empresa
TRL	Nivel de madurez tecnológica por sus siglas en inglés ( <i>technological readiness level</i> )
TRL / CRL	Herramienta que se basa en los sistemas desarrollados por la <i>NASA</i> , el <i>DOE</i> y el <i>ARPA-E</i> y aplicado por el <i>NYSERDA</i> :



#### Technology & Commercialization Readiness Level Calculator

Profile	
Company/Organization Name:	<input type="text"/>
Proposal Title:	<input type="text"/>
Product/Innovation Description:	<input type="text"/>



UNISON,	Universidad de Sonora, México
Unison	
WIPO	Siglas en inglés para la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Es una de las 15 agencias especializadas de las Naciones Unidas. Su sede está en Ginebra, Suiza. Fundada el 14 de julio de 1967. Hay 193 estados miembros. Director General: Daren Tang   <i>The World Intellectual Property Organization is one of the 15 specialized agencies of the United Nations. Its headquarters are in Geneva, Switzerland. It was founded in July 14, 1967. There are 193 member states. Its General Director is Daren Tang</i> (Wikipedia)

## RECONOCIMIENTOS

Esta contribución está dedicada al Dr. Alberto Florentino Aguilera-Alvarado (qepd).

Se agradece a la Universidad de Guanajuato por el apoyo al proyecto **242/2021 "Propuesta de metodología para la transferencia tecnológica de proyectos desarrollo tecnológico"**, apoyado por la Convocatoria Institucional de Investigación Científica 2021 de la Universidad de Guanajuato, y al apoyo del CEMIE-SOL, por el apoyo al proyecto **"Escalamiento de un sistema de depósito de capas atómicas (ALD) a un área comercial de 100 cm<sup>2</sup> para recubrimientos ultradelgados utilizando materiales como óxido de aluminio y zinc para celdas solares."**

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aboites, J., Díaz, C. 2013. Redes y trayectorias en la producción de conocimiento codificado en patentes: El caso de una universidad mexicana. En XV Congreso Ibero-Latinoamericano de Gestión Tecnológica. Porto Alegre, Brasil.
- Antonelli, C. 2008. The new economics of the university: A knowledge governance approach. *Journal of Technology Transfer*. 33: 1-22.
- Baldini, N. 2006. University patenting and licensing activity: A review of the literature. *Research Evaluation*. 15(3):197-207.
- Calderón, G. 2013. La gestión de patentes universitarias. El caso de la UNAM. DGEI-UNAM, Ciudad de México, México.
- Calderón, G. 2014. Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de la Educación Superior*. 43(170):37-56.
- Dasgupta, Partha, David, Paul A. 1994. Towards a new economics of science. *Research Policy*. 23(5):487-521. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)01002-1](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)01002-1)
- David, P., Foray, D. 2002. Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. 171:1-26.
- De Gortari, R. 1999. Los académicos: De la producción a la comercialización del conocimiento. En *Gobierno, Academia y Empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. R. Casas, M. Luna, Coords. Ed. Plaza y Valdés. Ciudad de México, México.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., Cantisano-Terra, B.R. 2000. The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*. 29(2):313-330.
- Foray, Dominique. 2004. *Economics of Knowledge*. The MIT Press. Cambridge, MA. Estados Unidos.
- Guzmán, A., López, F., Venegas, F. 2012. Un análisis de cointegración entre patentes y crecimiento económico en México, 1980-2008. *Investigación Económica*. 71(281):83-115.
- Henao-García, E.A., López-González, M., Garcés-Marín, R. 2017. Medición de capacidades en investigación e innovación en instituciones de educación superior: Una mirada desde el enfoque de las capacidades dinámicas. *Entramado*. 10(1):252-271. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3492>
- Luna, M. 1999. La visión del sector privado hacia la universidad pública: De semillero de guerrilleros a semillero de emprendedores. En *Gobierno, Academia y Empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*. R. Casas, M. Luna, Coords. Ed. Plaza y Valdés, Ciudad de México, México.
- Pérez-Hernández, P., Calderón-Martínez, G. 2014. Análisis de los procesos de comercialización de tecnología en dos instituciones de educación superior mexicanas. *Journal of Technology Management & Innovation*. 9(3):196-209.
- Phelps, J. 2017. NYSERDA power systems program and clean power technology innovation program: Impact evaluation. New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). Albany, NY. Estados Unidos.
- Zuniga, P. 2011. The state of patenting at Research institutions in developing countries: Policy approaches and practices. *Economic Research Working Papers No. 4*. World Intellectual Property Organization. <https://www.wipo.int/portal/en/index.html>

**Hoja intencionalmente en blanco / *Intentionally blank page***

## Instructivo para autores(as)<sup>31</sup>

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 instructions<sup>32</sup>

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*

<sup>31</sup> 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

<sup>32</sup> 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 metodología, 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](mailto: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. doi<sup>33</sup>: 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 simposios 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. In *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. doi<sup>34</sup>: 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*

<sup>33</sup> 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 por 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". Doi.org. 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)

<sup>34</sup> *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". Doi.org. 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". Doi.org. 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)*

electronic address.

#### **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	<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</i>

	contribuciones en esos sitios especializados	<i>their contributions on those specialized sites</i>
	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; <b>las páginas están numeradas al igual que las líneas del texto, estas últimas de manera consecutiva</b> ; 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; <b>the pages are numbered like the lines of the text, the latter consecutively</b>; 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 <b>sección de comentarios al editor</b> , 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 <b>comments to the editor section</b>, 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 <b>sección de comentarios al(a) editor(a)</b> , los nombres, institución y direcciones de correo electrónico de <b>al menos</b> 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 <b>comments to the editor section</b>, 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	<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</i>

recomendaciones de los(as) revisores(as) y 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>recommendations of the reviewers and 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) autores(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 ( <b>CC-BY-SA</b> ):	<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 <b>organización sin fin de lucro</b> 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 <b>plataforma OJS</b> y en la página de la revista <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a> .	<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 <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a>.</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 <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a> : <ul style="list-style-type: none"> <li>● Título completo</li> <li>● ISSN electrónico</li> <li>● Institución editora</li> <li>● Ciudad</li> <li>● País</li> <li>● Correo</li> </ul>	<i>1.7. Identification data The data visible on the journal website <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a>:  <ul style="list-style-type: none"> <li>● Full title</li> <li>● electronic ISSN</li> <li>● Publishing institution</li> <li>● City</li> <li>● Country</li> <li>● Mail</li> </ul> </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 <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a> .	<i>The journal has an independent page <a href="https://atsmexico.org/atsm">https://atsmexico.org/atsm</a>.</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 <b>autoarchivo de los artículos</b> 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"> <li>● Nombre completo del contacto</li> <li>● Nombre completo de la institución u organismo editor (sin abreviaturas)</li> <li>● Ciudad y país de edición (sin abreviaturas)</li> <li>● Correo electrónico (institucional)</li> </ul>	<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"> <li>● <i>Full name of the contact</i></li> <li>● <i>Full name of the publishing institution or organization (without abbreviations)</i></li> <li>● <i>City and country of publication (without abbreviations)</i></li> <li>● <i>Email (institutional)</i></li> </ul>
<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 a, b y c, según el instructivo de autores(as).</p>	<p>3.4.3. <i>Thematic specificity</i> <i>The journal receives articles a, 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"> <li>● Nombre de la revista</li> <li>● ISSN-e</li> <li>● Volumen y número</li> <li>● Periodo que cubre la edición indicando meses y años (Hoja legal)</li> </ul>	<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"> <li>● <i>Journal name</i></li> <li>● <i>ISSN-e</i></li> <li>● <i>Volume and number</i></li> <li>● <i>Period covered by the edition indicating months and years (Legal page)</i></li> </ul>

● 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 del o de la(los)(las) autor(es)(as) Cada artículo indica los <b>nombres completos de los autores, la institución de adscripción, el país</b> 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 <b>idioma original, el español.</b>	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 <b>segundo idioma, el inglés.</b>	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: <a href="https://atsmexico.org/atsm/about">https://atsmexico.org/atsm/about</a>	<i>3.5.2. Interoperability protocols The journal does have interoperability protocols and the electronic address is: <a href="https://atsmexico.org/atsm/about">https://atsmexico.org/atsm/about</a></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

2021