

# ANUARIO DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO

ISSN: 2594-1283

2022

Número 23, enero-diciembre 2022

División de Ciencias y Artes para el Diseño

# ANUARIO DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO

2022

---

ADMINISTRACIÓN  
Y TECNOLOGÍA  
PARA EL DISEÑO

## **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

### **RECTOR GENERAL**

Dr. José Antonio De Los Reyes Heredia

### **SECRETARIA GENERAL**

Dra. Norma Rondero López

### **UNIDAD AZCAPOTZALCO**

#### **RECTOR DE UNIDAD**

Dr. Oscar Lozano Carrillo

#### **SECRETARIA DE UNIDAD**

Dra. Yadira Zavala Osorio

### **DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO**

#### **DIRECTOR**

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas

#### **SECRETARIA**

Mtra. Areli García González

### **DEPARTAMENTO DE PROCESOS Y TÉCNICAS**

#### **DE REALIZACIÓN**

##### **JEFE DEL DEPARTAMENTO**

Dr. Edwing Antonio Almeida Calderón

### **ÁREA DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA**

#### **PARA EL DISEÑO**

##### **JEFE DEL ÁREA**

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

#### **COORDINADOR DE LA PUBLICACIÓN**

Dra. Aurora Minna Poó Rubio

#### **COORDINADORA DE PRODUCCIÓN EDITORIAL**

Mtra. Dulce María Lomelí

#### **EDITORES**

Dra. Aurora Minna Poó Rubio

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

#### **DISEÑO Y FORMACIÓN EDITORIAL**

Mauricio Ascencio Loyola

#### **CORRECCIÓN DE ESTILO**

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez

Dra. Aurora Minna Poó Rubio

#### **PORTADA**

Mauricio Ascencio Loyola

#### **FOTOGRAFÍA**

Arq. Moisés Bustos Álvarez

ANUARIO DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO. Año 23, Número 23, enero-diciembre 2022, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Procesos y Técnicas de Realización, Área de Investigación Administración y Tecnología para el Diseño. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex Hacienda San Juan de Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, Ciudad de México y Av. San Pablo No. 420, Col. Nueva el Rosario, Alcaldía Azcapotzalco. C.P. 02128, Ciudad de México. Teléfono 55.53.18.94.82

Página electrónica de la revista:

<http://administracionytecnologiaparaeldiseño.azc.uam.mx/publicaciones.html>

y dirección electrónica: [admnytecparaeldiseño@azc.uam.mx](mailto:admnytecparaeldiseño@azc.uam.mx)

Editor Responsable: Dra. Aurora Minna Poó Rubio. Certificado de Reserva de Derechos al uso exclusivo del Título No. 04-2015-050415504700-102 e ISSN: 2594-1238, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido número 17147, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Distribuida por la librería de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Edición e impresión por la Sección de Impresión y Reproducción de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, con domicilio en Av. San Pablo No. 420, Col. Nueva el Rosario, Alcaldía Azcapotzalco. C.P. 02128. Este número se terminó de imprimir en la Ciudad de México el 16 de diciembre de 2022, con un tiraje de 100 ejemplares.

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

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

Todos los artículos de esta publicación han sido examinados y evaluados por dos académicos sin relación entre sí bajo el criterio de dictaminación de doble ciego.

# COMITÉ EDITORIAL DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA PARA EL DISEÑO

## INTERNACIONAL

### ESPAÑA

Dr. Manuel J. Soler Severino  
Arq. Felipe Choclán Gámez  
Mtro. Manuel Bouzas Cavada

Universidad Politécnica de Madrid  
Universidad Politécnica de Madrid  
Universidad Politécnica de Madrid

### ESTADOS UNIDOS

Dr. José Antonio Aguirre  
Diseñador Héctor Silva  
Designer Stephen Melamed

Instituto Cultural Mexicano de Los Ángeles, Ca.  
Instituto Cultural Mexicano de Los Ángeles, Ca.  
University of Illinois at Chicago

### CANADÁ

I.D. Alexander Manú

Ontario College of Arts and Design

### REPÚBLICA DOMINICANA

Dra. Samira Arsilis de Estévez

Presidenta del Museo y Archivo Histórico

## NACIONAL

### MÉXICO

Dr. Gilberto Abenamar Corona Suárez  
Mtro. Sergio Omar Álvarez Romero  
Mtra. Selene Aimée Audeves Pérez  
Dra. Isary Paulet Quevedo

Universidad Autónoma de Yucatán  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Universidad Nacional Autónoma  
de México, Facultad de Estudios  
Superiores, (FES) Acatlán

Dra. Lucía Elena Acosta Ugalde

Universidad Nacional Autónoma  
de México, Facultad de Estudios  
Superiores, (FES) Acatlán

Dr. José Antonio Forzán Gómez†  
Dr. José Raúl Pérez Fernández  
Dr. Iván Navarro Gómez

Universidad Anáhuac, México  
Universidad Anáhuac, México  
Universidad Autónoma del Estado  
de Hidalgo (UAH)

Arq. Rosalía Zepahua Peralta

Encuentro Iberoamericano  
de Mujeres Ingenieras, Arquitectas  
y Agrimensoras (EIMIAA)

Dr. Jorge Rodríguez Martínez  
Dra. Aurora Poó Rubio  
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez  
Dr. Luis Rocha Chiu

Universidad Autónoma Metropolitana  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Universidad Autónoma Metropolitana



# Contenido

Prólogo.....	7
Dra. Aurora Poó Rubio	
Configuración teórico conceptual de un marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma: historia, actualidad y prospectiva.....	11
Dr. Macedonio Nieto Moreno	
Dr. Martín Rodríguez Peñaloza	
Universidad Autónoma Del Estado De México (UAEM), México	
Transporte sustentable para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) .....	35
Dr. Luis Rocha Chiu	
Dra. Aurora Minna Poó Rubio	
Dr. Luis Fernando Casales Hernández	
Mtro. Víctor Jiménez Argüelles	
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México	
Mejora en la Calidad de vida del espacio habitable a partir del diseño del jardín.....	59
Dra. María Elena Sánchez Roldán	
Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo (UAEH)	
Aprendizaje Colaborativo y lenguaje de Diseño Industrial.....	69
Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez	
Dr. Jorge Rodríguez Martínez,	
Mtro. Francisco Javier Gutiérrez Ruiz	
Mtro. Julio A. Muñoz Marañón	
D.I. Haydeé Manuela Becerril Marañón	
Alumno Darío García Morán	
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México	
Información errónea o Fake News en la interpretación musical informada .....	81
Dra. Artemisa Margarita Reyes Gallegos	
Universidad Nacional Autónoma De México (UNAM), México	

Competencias clave para la Gerencia de Proyectos de Arquitectura y Urbanismo.....	93
Dra. Arq. Leyda Brea Sención	
Arq. Sheily Peña	
Arq. Ashley Modesto	
Escuela De Arquitectura De La Pontificia	
Universidad Católica Madre y Maestra República Dominicana	
Aplicaciones de la Tecnología aditiva (3D) para propender a la construcción sostenible.....	101
Dr. Víctor Manuel López López	
Sección De Estudios De Posgrado E Investigación	
De La Escuela Superior De Ingeniería Y Arquitectura (ESIA)	
Del Instituto Politécnico Nacional (IPN)	
Ing. Cynthia López Gálvez	
Instituto Tecnológico De Estudios Superiores	
De Occidente (ITESO), México	
Edificaciones de mayor altura en la CDMX con aplicaciones constructivas de punta.....	113
Arq. Tomás Sosa Pedroza	
Arq. Moisés Bustos Álvarez	
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México	

# Prólogo

Dra. Aurora Poó Rubio  
Coordinadora y Editora

Durante el año de 2022, el Área de Administración y Tecnología para el Diseño ha venido trabajando en dar continuidad a las publicaciones del Área, el presente ANUARIO 2022 de Administración y Tecnología para el Diseño es el Número 23 que se publica de manera ininterrumpida desde 1999. Ha sido un gran esfuerzo que nos inspira a seguir trabajando en la construcción del futuro de la investigación que desarrollamos en la Universidad Autónoma Metropolitana, en la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Unidad Azcapotzalco.

En esta edición se incluye un conjunto de documentos que plasman los avances de la tecnología en nuestro campo de Diseño, el estudio de problemas globales como los recursos hídricos, la calidad de vida y los problemas de sustentabilidad, así como los avances en los procedimientos constructivos de vanguardia, los inconvenientes que se dan en las redes sociales en forma de fake news y otros temas que muestran la evolución y esperanza de un mundo que supere la crisis mundial global en la que estamos inmersos en este siglo XXI.

Con objeto de asegurar la calidad tanto de la publicación como del trabajo de todos y cada uno de los autores, los escritos recibidos han sido evaluados por 2 dictaminadores cada artículo bajo el criterio de doble ciego, el autor desconoce quién evalúa y los evaluadores de manera independiente entre ellos, tampoco tienen información del o de los autores. Las sugerencias de los dictaminadores se le hacen llegar a los investigadores para que desarrollen y afinen las correcciones pertinentes, y así se recibe el trabajo revisado, mejorado y depurado para su publicación. Posteriormente, se estructura el orden de los trabajos y se pasa a Diseño Editorial.

En el presente número todos los integrantes del Área queremos hacer un reconocimiento al Dr. Jorge Rodríguez Martínez quien fue nuestro Jefe de Área durante muchos años por su gran apoyo a esta iniciativa de publicar y difundir el trabajo de investigación, tanto de los investigadores del Área como los de nuestra Red Académica de Investigación, con la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y el Worcester Polytechnical Institute (WPI) de Massachusetts, Estados Unidos e investigadores de Instituciones de Educación Superior nacionales e internacionales. Cabe resaltar

que el presente ANUARIO 2022, así como los de años anteriores puede consultarse en la página del Área <https://administracionytecnologiaparael-diseño@azc.uam.mx>, en su versión digital, así que invitamos a todos a leerlo y explorar una visión de la investigación más allá de la era tecnológica.

El ANUARIO 2022 presenta en primer lugar el artículo *Configuración teórico conceptual de un marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma: historia, actualidad y prospectiva* de los investigadores Dr. Macedonio Nieto Moreno y el Dr. Martín Rodríguez Peñaloza, de la Universidad Autónoma del Estado de México. A partir de la década de los cincuenta del siglo y milenio pasado, con la Cuenca del Alto Lerma se inicia en el país el precedente de la gestión hídrica por la modalidad de trasvase, y es cuando los ámbitos gubernamentales involucrados deciden unilateralmente trasvasar el agua en su forma natural de la Cuenca del Alto Lerma a la Cuenca del Valle de México. En esta investigación, se configura un marco para interpretar, conocer y entender la constitución socio ecosistémica de la sociedad hidráulica en la región de estudio, entretejida con una temporalidad definida y en un entramado complejo compuesto por marcos legales, por instituciones encargadas de su aplicación y de una red de actores comunitarios que inciden en los cometidos inherentes de acuerdo con su rol social, pero sobre todo en armonía con sus intereses particulares.

El siguiente artículo *Transporte sustentable para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)* de los investigadores Dr. Luis Rocha Chiu, Dr. Luis Fernando Casales Hernández y Mtro. Víctor Jiménez Argüelles pertenecientes a la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) y la Dra. Aurora Poó Rubio de la División de CYAD, de la misma institución, presentan los resultados de una investigación referente al proceso de urbanización ocurrido principalmente en el último medio siglo con el consecuente aumento poblacional de muchas ciudades y la metropolización de zonas urbanas adyacentes a las grandes urbes, lo que ha conducido a la formación de espacios urbanos cada vez más fragmentados que engendran múltiples retos, entre ellos la disposición de medios de transporte sustentable. Modelos como la movilidad inteligente, el desarrollo orientado al transporte y las zonas de bajas emisiones pre-

tenden resolver esta problemática acorde con el respeto ambiental aunado a ventajas económicas y de impacto social. Se presenta una propuesta de proyectos estratégicos de transporte sustentable con base en la movilidad de la zona urbana de la Ciudad de México y municipios adyacentes, considerando aspectos tecnológicos, operativos y económicos, con fuentes viables de financiamiento provenientes de los medios de transporte que originan las mayores externalidades negativas.

La investigadora Dra. María Elena Sánchez Roldán, actual coordinadora de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, presenta el artículo *Mejora en la Calidad de vida del espacio habitable a partir del diseño del jardín*. Se suma a las inquietudes ambientales y de calidad de vida y analiza los estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS) con la recomendación de que la población cuente en su entorno cercano con un rango de áreas verdes de 10 a 15 m<sup>2</sup>/habitante, para considerar su desarrollo saludable con calidad de vida; sin embargo, en nuestro país se consideran solo 9 m<sup>2</sup>/habitante, lo cual ya indica una importante reducción. Constitucionalmente en México: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo. La actual legislación permite una superficie construida en vivienda de interés social menor y la superficie de áreas verdes también se ha visto disminuida ante una creciente población ubicada actualmente en las ciudades. La presente propuesta pretende mostrar una alternativa, que parte de recuperar la importancia del diseño del jardín y permitir a la población contar con la superficie requerida para garantizar su bienestar, así como el compromiso de mantenerla través del tiempo con un plan de manejo viable, que garantice su subsistencia y el cumplimiento de los servicios ecosistémicos que representa.

Los investigadores de la UAM-A, Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez, Dr. Jorge Rodríguez Martínez, Mtro. Francisco Javier Gutiérrez Ruiz, Mtro. Julio A. Muñoz Marañón y la D.I. Haydeé Manuela Becerril Marañón con la colaboración del alumno Darío García Morán presentan un importante estudio acerca del *Aprendizaje colaborativo y lenguaje del Diseño Industrial*. El artículo versa sobre el desarrollo de un medio didáctico, enmarcado dentro

de las tecnologías de la información y la comunicación, que permita aproximar de manera particular los neologismos del Diseño Industrial y, de forma general, el lenguaje especializado que es deseable que conozcan los estudiantes de esta disciplina, a partir del uso correcto del idioma en la enseñanza y ejercicio profesional del Diseño Industrial. El aspecto docente ha sido muy relevante para los investigadores que han buscado la inclusión de estas tecnologías en el desarrollo de material didáctico, fundamentado en las experiencias de los profesores y estudiantes involucrados en el proyecto. Se hace una descripción del trabajo desarrollado dentro de esta primera fase, con un balance de los resultados logrados hasta el momento. Cabe mencionar que este artículo es parte del Proyecto de Investigación N-572 responsabilidad de académicos investigadores pertenecientes a la licenciatura en diseño industrial de la UAM Azcapotzalco.

La siguiente investigación lleva por título *Información errónea o Fake News en la interpretación musical informada* de la Dra. Artemisa Margarita Reyes Gallegos, que pertenece a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En la época que vivimos con el auge de las redes sociales, hemos absorbido sus beneficios y avances, la rapidez de la información y la comunicación, el conocimiento de las noticias de manera inmediata, la libertad de expresión, entre otras características; sin embargo, también sufrimos sus riesgos y desventajas, la falta de rigor al transmitir los mensajes, el desconocimiento cuando una noticia o mensaje es cierto o falso, etc. La rapidez y facilidad con que actualmente se elabora y comparte la información, puede generar dudas referentes a su veracidad, calidad e impacto. La contraparte es la información de calidad, basada en estándares de ética y profesionalismo. En años recientes, términos como desinformación, información errónea, fake news y mala información se han viralizado en las redes sociales, produciendo interpretaciones generalmente sin cotejo ni verificación. En el ámbito de la música académica, es importante lograr una interpretación históricamente informada, basada en fuentes originales y, de ser posible, ediciones Urtext. La tendencia por la interpretación musical informada se gestó en el siglo XIX, hoy es centro de la educación del músico profesional. Esta nueva postura representa el germen del concepto de autenticidad, que trata de estudiar cada tipo de música sobre la base de su propio contexto histórico.

De la República Dominicana por medio de las investigadoras Dra. Arq. Leyda Brea Sención, Arq. Shelly Peña y Arq. Ashley Modesto de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra presentan el siguiente trabajo: *Competencias clave para la Gerencia de Proyectos de Arquitectura y Urbanismo*. Analizan las habilidades y conocimientos técnicos, legales y administrativos que debe tener el Gerente de Proyectos para encargarse del desarrollo y control de los proyectos de construcción en todas sus fases con calidad, eficiencia y eficacia. Además, se examinan las características personales que lo distinguen como líder y constructor de equipos, hábil comunicador, así como colaborador responsable con alto sentido ético. Con esta investigación se pretende identificar las competencias del Gerente de Proyectos y validarlas en el contexto de las arquitectas dominicanas en el ejercicio profesional. Luego de una revisión de literatura especializada y de entrevistas a profesionales que ejercen esta función, se determinaron las competencias más importantes identificadas por las investigadoras que son liderar, comunicar, trabajar en equipo, gestionar.

El artículo *Aplicaciones de la Tecnología aditiva (3D) para propender a la construcción sostenible* cuyos autores son el Dr. Víctor Manuel López López de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Ing. Cynthia López Gálvez del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), estudia la construcción de casas habitación bajo los conceptos de alta tecnología y sustentabilidad. La impresión 3D es una tecnología de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material. Se expone el inicio y la evolución de la tecnología de construcción aditiva, hasta arribar a la impresión real de casas habitación, se muestra igualmente la posibilidad de aplicación de la técnica en grandes proyectos de edificios y obras civiles. La tecnología de las impresoras 3D está incursionando en el mercado de construcción con aplicaciones diversas, y va desde impresoras montadas en estructuras especiales hasta robots móviles para la inyección de concreto o plástico, lo cual permite la construcción de diferentes tipos de estructuras, con diversas escalas y grados de complejidad. Se ejemplifica la aplicación de la técnica 3D en la construcción aditiva de un grupo de viviendas en el sureste de la República Mexicana.

Los académicos de CYAD de la UAM-A, Arq. Tomás Sosa Pedroza y Arq. Moisés Bustos Álvarez han desarrollado una investigación que se reporta en el artículo *Edificaciones de mayor altura en la CDMX con aplicaciones constructivas de punta*. Estudian las construcciones, con enfoque en los edificios de gran altura de la Ciudad de México que tuvieron una gran expansión desde la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994. Nuestro país ha sido cuna de grandes arquitectos con experiencias constructivas que conllevan desarrollos estructurales de importancia con trascendencia fuera de nuestras fronteras, especialmente por las características sísmicas de nuestro territorio. Como consecuencia, las grandes empresas nacionales y extranjeras han identificado oportunidades para aplicar nuevas tecnologías constructivas y métodos de gestión de proyectos para la construcción en edificaciones de alta complejidad para propiciar mayores beneficios en sus inversiones y lograr arquitectura de mayor calidad. A partir de la última década del pasado siglo y hasta la actualidad, se han desarrollado técnicas constructivas de última generación y se han construido importantes edificios como las torres corporativas ubicadas en la avenida del Paseo de la Reforma en la CDMX; la Torre Mayor, BBVA, Chapultepec Uno y Torre Reforma y en otras zonas de la CDMX, edificios de usos múltiples como Torre Virreyes, la controvertida Torre Mitikah y Torre Manacar en donde se han manifestado estas nuevas propuestas de diseño arquitectónico, de diseño estructural, para la construcción y la gestión de proyectos mediante BIM. Vale la pena mencionar que este trabajo es parte del Proyecto de Investigación N-484 El efecto de los terremotos en las edificaciones arquitectónicas y la tecnología de punta antisísmica aplicada a partir del siglo XXI del Área de Administración y Tecnología para el Diseño.

En esta ocasión queremos publicar con anticipación la Convocatoria del ANUARIO DE ADMINISTRACIÓN Y TECNOLOGÍA 2023 para lo que estamos incluyendo la convocatoria correspondiente al final de esta publicación, con lo cual hacemos la invitación a participar a todos nuestros autores, dictaminadores e investigadores compañeros interesados en difundir su trabajo de investigación por este medio.

Bienvenidos todos.

# **Diseño de un marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma: historia, actualidad y prospectiva**

Macedonio Nieto Moreno.

Doctor en Diseño.

Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

nietomoreno.12@hotmail.com

Martín Rodríguez Peñaloza.

Doctor en Educación.

Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

martinrp\_11@hotmail.com



## Resumen

Con la Cuenca del Alto Lerma se inicia en México el precedente de la gestión hídrica por la modalidad de trasvase de agua entre cuencas, para abastecer del vital líquido a las sociedades que en términos socio ecosistémicos coexisten en estos ámbitos geográficos. Es a partir de la década de los cincuenta del siglo y milenio pasado cuando las instituciones gubernamentales involucradas en los procesos de toma de decisiones determinan unilateralmente trasvasar el agua en su forma natural de la Cuenca del Alto Lerma a la Cuenca del Valle de México. Esta investigación, por el método del pensamiento sistémico, tiene el propósito de diseñar teóricamente un marco para interpretar, conocer y entender la constitución de la sociedad hidráulica en la región de estudio (Cuenca del Alto Lerma), entrelazada a una temporalidad definida; a un entramado socioecosistémico complejo compuesto por marcos legales vigentes, por instituciones encargadas de su aplicación; de una red de actores comunitarios que inciden en los cometidos asociados a la gestión regional y local del agua, zumo vital, de acuerdo a su rol social, en armonía con sus intereses particulares y; en consonancia a factores que inciden en el funcionamiento del sistema hídrico. Ulteriormente, en perímetros metodológicos se visualiza el diseño de la construcción paradigmática epistemológica de la gestión integral de los recursos hídricos en la región en estudio, matizada por la necesaria participación de comunidades resilientes ultradisciplinarias: aquellas que han surgido en tiempos de la posmodernidad para enfrentar organizadamente sus problemáticas hídricas cotidianas.

## Abstract

*With the Cuenca del Alto Lerma (Alto Lerma watershed), in Mexico, began the precedent of hydric management by the transfer modality between watersheds in order to supply the vital liquid to societies that, in socio-ecological system terms, coexist geographically. Since the decade of the fifties of the last century and millennium, the corresponding governmental institutions involved in decision-making decided, unilaterally, to divert Cuenca del Alto Lerma's water to Cuenca del Valle de México's in its natural way. This research, by systemic thinking method, has the purpose of designing a theoretical framework to*

*interpret, know and comprehend the formation of the hydraulic society in the research region. All this is interweaved in a defined temporary, to a complex scheme composed of legal frameworks, for institutions in charge of their application; of a community actors net that influences missions associated with regional and local management of water according to their social role, in harmony with their particular interests. Subsequently, in methodologic perimeters, it could be seen the design of the epistemological paradigmatic construction of the integral management of the hydric resources of the region of study; nuancing by the necessary participation of resilience ultradisciplinary resilient communities: those which have emerged during postmodernity times to stop, in an organized way, their daily hydric problems.*

Palabras Clave: Gestión, cuenca, trasvase, paradigma, actor, posmodernidad, comunidad, resiliencia, ultradisciplina

## Introducción

Con enfoque en el paradigma de la gestión integral de los recursos hídricos (GIRH), el objetivo de la investigación consiste en diseñar teóricamente un marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma (CAL), sustentado mediante el pensamiento sistémico en cuatro componentes: conceptualización, historia, actualidad y prospectiva. La metodología que orienta la indagación es de síntesis y análisis, esto quiere decir que los investigadores delimitaron el recorte de la realidad que habrá de ser investigado — sociedad hidráulica en la CAL — ; seleccionaron los componentes que conforman el sistema -la síntesis-, para conocer su estructuración y su funcionamiento -el análisis-. (Luhman, 1996, Ackoff, 2002).

Subyacen a la metodología utilizada los métodos deductivo e inductivo; el primero, tiene aplicación, debido a que los contenidos temáticos se desenvuelven de lo general a lo particular; la caracterización de la sociedad hidráulica en la CAL se diseña teóricamente del nivel geográfico regional (CAL), al nivel microrregional (comunidades adscritas a la región en mérito). El método inductivo tiene una participación básica, se esbozan algunos ámbitos cuantitativos relacionados a la fase de la investigación en campo, en comunidad, con centralidad en la GIRH.

Desde esta óptica, el documento se estructura metodológicamente de la siguiente manera; de inicio, se integra la introducción. Los contenidos temáticos se diseñan en cinco marcos interpretativos:

- 1) Teórico-conceptual, geográfico, legal e institucional.
- 2) Los actores en la CAL: conceptualización, identificación, análisis: sus roles e intereses.
- 3) Histórico: la desecación de las lagunas de la CAL, el fundamento legal del trasvase.
- 4) Actualidad de la sociedad hidráulica en la CAL.
- 5) Prospectiva de la sociedad hidráulica en la CAL.

Como ulteriores apartados de la investigación se integran las conclusiones y las referencias bibliográficas.

## 1. Diseño del marco interpretativo teórico, geográfico, legal e institucional de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma

### 1.1. CONFIGURACIÓN TEÓRICO-CONCEPTUAL DE LA SOCIEDAD HIDRÁULICA EN LA CUENCA DEL ALTO LERMA

La sociedad hidráulica es definida por Palerm (2007), como una estructura que domina el sector estratégico de la economía de una nación, ordenada de modo jerárquico y especializado, que funciona mediante un orden tecno-administrativo centralizado. En la Cuenca del Alto Lerma (CAL), la sociedad hidráulica se ha conformado históricamente como un grupo social diverso integrado por: enclaves políticos también llamados asociaciones elitistas que detentan el poder político y económico, que al amparo de un marco legal debidamente instituido, dominan los procesos de toma de decisiones relacionados a la gestión del vital líquido.

En este entendido, se confirma que la sociedad hidráulica en la CAL es un sistema cuyos componentes son: una conformación geográfica, un marco legal debidamente instituido, un conjunto de actores encabezados por el gobierno y la sociedad,

a esta última, se adscriben las llamadas comunidades del agua integradas por todos los pueblos, barrios, colonias y fraccionamientos asentados territorialmente en la región de estudio — para el actor gubernamental representan solo usuarios y consumidores del zumo vital —. Un diseño esquemático que expresa la verticalidad de los procesos de toma de decisiones, de planeación y de implementación de políticas relacionadas a la gestión regional de los recursos hídricos, se expone en la figura número uno.

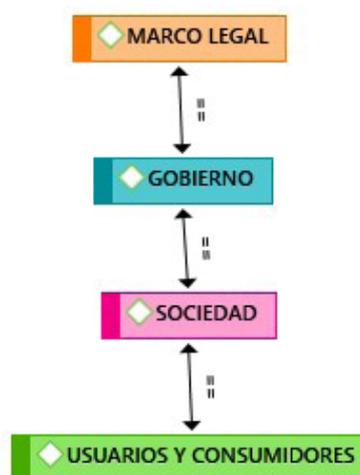


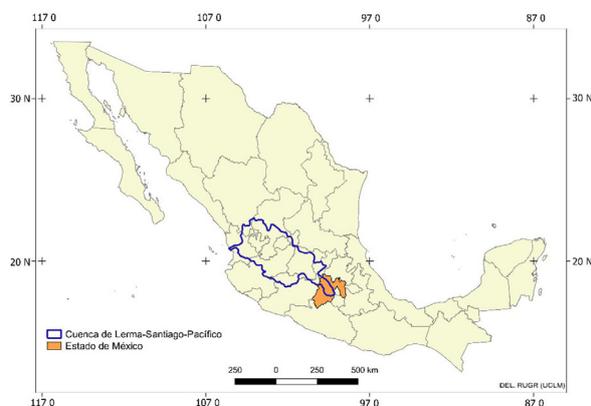
Figura número 1: Esquemática jerárquica de la sociedad hidráulica en la CAL.  
Fuente: Elaboración propia con base en el software Atlas Ti.

Con vinculo a la gestión integral de los recursos hídricos en la CAL, la figura anterior advierte la aparente fortaleza-poder del Estado y la debilidad de la sociedad, sujeta esta última a las acciones de gestión hídrica ineficaz e ineficiente del primero, o tal vez, la sociedad se confabula con la autoridad gubernamental para mantener el actual paradigma de gestión hídrica regional. Del esquema anterior se infiere que la configuración sistémica de la gestión del agua en la CAL es vertical, de arriba hacia abajo, sustentada en un marco legal que aplica el gobierno a la sociedad, la cual reconfigura su posición de poseedor a receptor hídrico; se recrea un marco de “un Estado más fuerte que la sociedad” (Palerm, 2007: 36).

### 1.2. CONFIGURACIÓN GEOGRÁFICO-TERRITORIAL DE LA CUENCA DEL ALTO LERMA

En territorio nacional, la Cuenca del Alto Lerma, de acuerdo con la CONAGUA (2003), se adscribe

a la Región Hidrológica Administrativa número VIII “Lerma-Santiago-Pacífico; que abarca territorios de los estados de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán y el Estado de México; dicha demarcación geográfica es conformada por el trayecto del Río Lerma — mapa número uno.



Mapa número 1. Región Hidrológica Administrativa número VIII “Lerma-Santiago-Pacífico”.

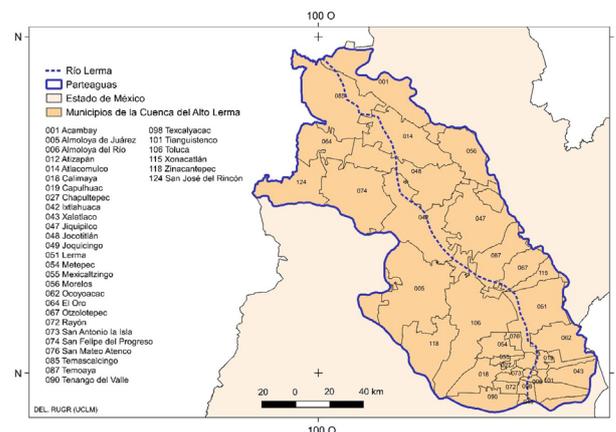
Fuente: Co-diseñada con el Dr. Rafael Ubaldo Gozávez Rey de la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Campus Ciudad Real, España.

En el Estado de México, de acuerdo con el Atlas SIG-AVT, de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2003), a la Cuenca del Alto Lerma se circunscriben las zonas altas y planas del Valle de Toluca. De acuerdo con una cartografía de la Comisión Nacional del Agua (2003), las demarcaciones municipales comprendidas son: Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Ixtlahuaca, Xalatlaco, Jiquipilco, Joquicingo (parcial), Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Ocuilan, Oztolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec. Los 26 territorios mencionados son considerados municipios rurales, característica relevante para esta investigación.

En complemento, el Atlas de la Cuenca del Río Lerma en el Estado de México (2014), agrega los municipios de Acambay, Atlacomulco, El Oro, Jocotitlán, Morelos, San Felipe del Progreso y San José del Rincón, sumando 34 municipios, sin embargo, excluye a Ocuilan, con lo cual el número de demarcaciones municipales se redondea a 33, este dato, funge de fundamento geográfico para la investigación. En

cuanto a extensión geográfica, el compendio antes mencionado establece que en territorio mexicano la cuenca en mérito está constituida por 5,354 km<sup>2</sup>. Con relación a los usos del suelo, estos se clasifican de la forma siguiente: agrícola 39%, pecuario 49%, forestal 8%, zonas urbanas 3%, conservación 1% (Nieto, 2019).

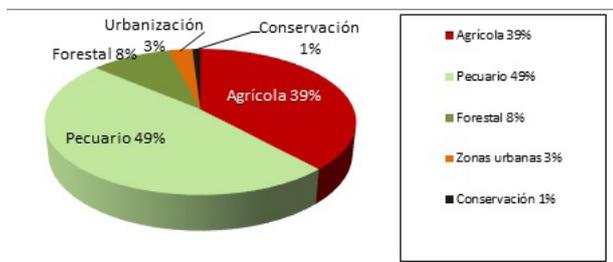
Con vínculo a los usos del suelo, relevancia particular revisten los valores porcentuales asociados al área que ocupa la urbanización — apenas el tres por ciento —, situación que merece verificarse en futuras investigaciones, dada la incertidumbre que genera el dato. La estadística relativa a la cobertura forestal establece que distribuidas en 25 municipios, existen 71 092 hectáreas de bosque. En el mapa número dos y la gráfica número uno se integra la configuración geográfica de CAL y la conformación de los usos del suelo, respectivamente.



Mapa número 2. Municipios adscritos a la Cuenca del Alto Lerma, en el Estado de México.

Fuente: Co-diseñada con el Dr. Rafael Ubaldo Gozávez Rey de la Universidad de Castilla La Mancha (UCLM), Campus Ciudad Real, España.

*Nota del Editor: Ver Gráfica en la página siguiente*



Gráfica número 1. Usos del suelo representativos en la Cuenca del Alto Lerma.

Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas de la Cuenca del Río Lerma en el Estado de México (2014).

### 1.3. MARCO LEGAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL ALTO LERMA

El sistema de gestión del agua en la CAL se fundamenta en un marco legal que se manifiesta en apariencia poderoso, sin embargo, es en la realidad frágil y obsoleto. La Ley de Aguas Nacionales como precepto federal; la Ley de Aguas del Estado de México compagina con la anterior y se auto concibe alejada de los espacios sociales por su nula implementación. Adicionalmente, tiene aplicación, un convenio signado en 1970 por los gobiernos: federal, estatal y del entonces Departamento del Distrito Federal que sustenta la validez legal del trasvase del recurso natural de la Cuenca del Alto Lerma a la Cuenca del Valle de México. Las actuaciones de las demarcaciones municipales adscritas territorialmente a la CAL no se mencionan debido a su irrelevancia, solo ocho de los 33 municipios circunscritos tienen constituido legalmente su organismo operador de agua u otro mecanismo institucional de gestión del vital líquido, (Nieto, 2015).

### 1.4. MARCO INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DEL ALTO LERMA

A nivel institucional de la gestión del agua, los marcos legales antes mencionados, actúan a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en representación del nivel federal de gobierno. En el Estado de México, para la gestión de los cometidos propios interviene de la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM). Y, cosa extraordinaria — desde el punto de vista legal y social — , una parte de la base operativa del trasvase del zumo vital entre la CAL y la Cuenca del Valle de México, la controla

el hoy gobierno de la Ciudad de México — antes Gobierno del Distrito federal — , a través del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, con la participación de un ente técnico-operativo denominado Sistema Lerma (SL).

Los gobiernos municipales en la medida de sus posibilidades intentan asumir la gestión del vital líquido de formas diversas: normativamente, en el caso de tener constituido legalmente su organismo operador; en escenarios de precariedad administrativa y económica cuando las funciones las asume el ayuntamiento por medio de alguna oficina comisionada — regiduría o dirección — . Asimismo, mediante la firma de convenios de autoabastecimiento con las comunidades de industriales, de empresarios y de inversionistas del sector vivienda, en dichos documentos, se pactan las condiciones de pago del servicio por concepto de suministro de agua potable y descarga de aguas negras y jabonosas a los sistemas de alcantarillado. Dicho pago se efectúa en calidad de cliente cumplido en el caso de los industriales y los empresarios, debido a que representan una aportación cuantitativa eficaz y eficiente para las arcas municipales; en calidad de usuarios distinguidos — se hace referencia a las familias que habitan en fraccionamientos — ; en cuanto firman el contrato de adquisición de alguna vivienda, adquieren automáticamente la categoría, esta situación representa escenarios económicos ideales para las tesorerías municipales de las demarcaciones territoriales que conforman la CAL, debido a que su pago es puntual y oportuno.

En cuanto al manejo — que no gestión — comunitaria del agua, este, representa para los municipios un verdadero reto, toda vez que confronta marcos colmados de tutelajes que van desde conflictos intra e intercomunitarios, acaparamiento, venta, cobro, industrialización, distribución y contaminación del zumo vital. Matices todos, conformados en ámbitos de ilegalidad, permitidos o negociados entre la autoridad competente y los llamados usuarios (Nieto, 2019).

## 2. Marco interpretativo de los actores en la CAL: conceptualización, identificación, análisis, roles e intereses

La visualización como sistema de la sociedad hidráulica en la CAL, se ha enmarcado en espacios

anteriores de esta investigación. Los actores, en su calidad de componente sistémico, se pueden identificar mediante las coyunturas metodológicas que ofrecen los análisis de las bases legal e institucional, así como de la consulta de literatura pertinente. Se dice entonces, que un actor es tanto un individuo — un ministro, un diputado, un periodista especializado —, como varios individuos (que conforman una oficina o una sección de la administración), o bien una persona jurídica, una empresa privada, una asociación, un sindicato (Subirats, et al, 2008); para el caso de la gestión de los recursos hídricos en la CAL, los actores pueden ser; grupos sociales organizados como agricultores, comuneros, empresarios, industriales, comités comunitarios de agua potable, comunidades, pueblos, entre otros (Nieto, 2019).

De la conceptualización anterior se obtiene una tipología de histriones: empíricos; son los que aportan la experiencia de situaciones vividas, conviven todos los días con los problemas que la política pública persigue como objetivos. Intencionales; “son en parte calculadores y se interesan por la satisfacción de sus necesidades personales”. (Subirats, et al, 2008: 53). Públicos y privados, los primeros son servidores y funcionarios públicos que operan los actos del sistema político administrativo del gobierno, en contraste, “los actores privados participan también en la constitución y estructuración del espacio de una política públi-

ca, sin que ello implique control gubernamental directo sobre su proceder” (Subirats, et al, 2008: 61-62).

Con vínculo a la gestión de los recursos hídricos en la CAL, se constituyen fundamentalmente dos bloques de actores. Por un lado, se integra el gobierno, que intenta cumplir las funciones inherentes apoyado en los marcos legal e institucional dispuestos para estos cometidos. Por el otro, se adjunta la sociedad estructurada en dos grupos; en el primero convergen los usuarios y consumidores del vital líquido a saber: población en general, agricultores, industriales, empresarios, enclaves políticos, comités comunitarios del agua y comunidades contingentes; en el segundo actúan instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales, organizaciones civiles de todo tipo y partidos políticos, cuya misión discursiva es liderar la resiliencia comunitaria enfocada en el medio ambiente y por lo tanto de los recursos hídricos.

Es conveniente enfatizar que en la CAL los actores intervienen en la gestión del agua coligados, de acuerdo con ámbitos plasmados de intereses en apariencia consensuados que comporta cada participante. En el cuadro número uno se plantea esta situación; se define el interés real o ficticio de cada actor y el o los objetivos que persigue con su rol sistémico.

Cuadro número 1: Intereses de los actores de la sociedad hidráulica en la CAL.

Actor	Interes	Objetivos
Gobierno	Encauzar la visión de mercado de la gestión del agua mediante procesos legales, paulatinos	Actuar mediante procesos continuos, legales enfocados en la invisibilidad social de los mismos
Población	Buscar ávidamente el agua para pervivir  Explorar ámbitos habitacionales centrados en la no escasez del recurso natural	Enfocar la gestión del agua potable en comunidad y familia como asunto vinculado a la vida  Fundamentar sus acciones en cuestiones legales

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Actor	Interes	Objetivos
Industriales	Cogestionar con el gobierno las acciones propias conviniendo la tributación oportuna y la supervisión normativa	Desmitificar el autoabastecimiento Ocultar los consumos reales Pagar por contaminar
Empresarios	Convenir con el gobierno la aplicación de la legalidad en pos de la promoción de economías locales	Contribuir a la “sustentabilidad” económica de los gobiernos locales o bien de los organismos operadores de agua potable
Agricultores	Mantener la posesión ficticia del agua  Atracción de los reflectores políticos	Sostener la no tributación eterna — el no pago por el servicio—  Conservar la idea utópica de suficiencia y eficiencia de la producción agrícola
Comités comunitarios del agua (CCA)	Proseguir en los escenarios de opacidad económica en la que se desenvuelven  Defender y negociar con el gobierno los sistemas de infraestructura que han construido  Sostener la apariencia de “comunidad organizada”	Obstaculizar visiones de eficiencia y eficacia en la gestión del agua que pretenda llevar a cabo el gobierno  Impedir la injerencia del gobierno en sus formas de gestión ancestrales
Enclaves políticos	Detentar indefinidamente el poder de decisión sobre la gestión del agua	Influir permanentemente en las esferas políticas locales

Fuente: Elaboración propia con base en Nieto (2019).

Tal parece que en el cuadro de arriba se efectúa una lucha de poderes, sin embargo, no es así, en realidad se manifiestan algunos de los factores que dan vitalidad al modelo actual de gestión hídrica en la CAL, así se tienen: utilización sociopolítica, convenciones económicas, omisión medio ambiental, necesidad social, supervivencia y mitificación hídrica local, déficit de transparencia, debilidad legal, conveniencia económica, investigación abierta-delimitada. En algunos casos, la utilización sociopolítica de la gestión hídrica la aplica el

gobierno; su visión de mercado asociada a la gestión de los recursos hídricos convierte al recurso natural en moneda de cambio político-electoral matizada mediante procesos de negociación con los usuarios y comunidades del agua.

La necesidad, supervivencia y mitificación hídrica local se manifiesta de dos maneras, la primera, se gesta entre la población que tiene acceso limitado al agua, es decir, aquella que día con día sobrevive con cantidades mínimas de agua (30 litros

por persona al día). La segunda germina adosada al mítico convenio de 1970 — que en momentos posteriores de esta investigación será analizado —, en este documento legal se otorga a las comunidades del agua asentadas en la CAL la gratuidad perpetua con referencia al pago del servicio. Desde aquellos tiempos, la población local ¿beneficiada o afectada? considera al agua como elemento abundante e inextinguible. El convenio mencionado, faculta legalmente a la autoridad competente para trasvasar el zumo vital de la CAL a la Zona Metropolitana del Valle de México (Nieto, 2015 y 2019).

La falta de transparencia fluye en las interacciones que se generan entre los actores del sistema, los ámbitos de rendición de cuentas no son cosa común en su ejercicio, más bien, la idea es que permanezcan entornos de corrupción visible. En esta investigación, la falta de transparencia se concentra en los comités comunitarios del agua, lo cual se observa como ejemplo de gestión hídrica ineficaz e ineficiente en los ámbitos económico y ambiental.

A la debilidad legal, tal vez resultaría más conveniente llamarla obsolescencia legal. No obstante, los avances que sobre la materia se han realizado, por ejemplo: el gran debate nacional que sobre la aprobación de la Ley General de Aguas se llevó a cabo en el país a partir del año 2015 y hasta la fecha; en la Cuenca del Alto Lerma la gestión del agua se sustenta legalmente en un convenio suscrito en el año de 1970, que a todas luces es escueto y parece ilegal. El oportunismo económico que brota como consecuencia de la debilidad legal de este documento, entre otras fenomenologías socioecológicas, es la aparición de un bloque de actores asociados al funcionamiento del sistema que aprovechan la coyuntura para fomentar una dinámica económica inherente a la gestión del agua potable, en esta indagación se han llamado comunidades contingentes: organizaciones que distribuyen agua potable o no potable en carros pipas, subempresas purificadoras al por mayor — aguas inmaculadas, aguas purificadas, aguas del cielo, etcétera—; subdistribuidores de agua por doquier que se movilizan en una diversidad de transportes con garrafones u otros depósitos llenos de agua la pregunta obligada aquí es; ¿En verdad el agua que ofrecen es potable?

La investigación abierta-delimitada, siembra las actuaciones de los partidos políticos que de esta

forma pretenden acercarse al electorado, su búsqueda es desde luego sesgada. Para las ONG, un objetivo es su pervivencia económica, en este sentido, su accionar es real en parte, simulado en su mayoría, reciben aportaciones monetarias por parte de entes públicos y privados que favorecen su continuidad social. Las instituciones de educación superior investigan, sí, pero en reducidos círculos; las investigaciones que realizan, en la generalidad de los casos, no corresponden a problemáticas asociadas al mundo real fenoménico en el que se desenvuelve la vida cotidiana de las personas.

### **3. Marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma: historia, la desecación de las lagunas, el fundamento legal del trasvase**

#### **3.1. HISTORIA DE LA SOCIEDAD HIDRÁULICA EN LA CUENCA DEL ALTO LERMA**

En el principio de la década de los cuarenta del siglo pasado, la Ciudad de México padecía severos problemas de escasez de agua y asentamientos diferenciales provocados por la demanda excesiva del vital líquido y la sobreexplotación de su acuífero. El gobierno en turno advertía la urgencia de encontrar soluciones propicias para estas problemáticas, en estos contornos, la “importación” del zumo vital de los manantiales y acuíferos de la Cuenca del Alto Lerma resultó la opción más viable tanto técnica como económica, considerando, que entre ambas regiones existe un desnivel de 273 metros —la región mexiquense tiene mayor altura sobre el nivel del mar—.

En aquel tiempo, lograr semejante proeza tecnológica exigía la construcción de un túnel de catorce kilómetros de longitud a través del Monte de las Cruces<sup>1</sup>. Sin embargo, la historia de la gestión del agua entre los Valles de México y Toluca, se vincula directamente a dos objetivos históricos: el primero, se relaciona con la desecación de las lagunas de la Cuenca del Alto Lerma, que quedará en la historia de la región como un propósito insustentado, sobre todo en cuestiones socioambientales. Actualmente, se piensa que fue la razón para justificar las intenciones en

<sup>1</sup> Cordillera montañosa que geográficamente divide el Valle de Toluca del Valle de México.

Cuadro número.2. Intentos de desecación de las lagunas del Alto Lerma.

Año	Intento	Acciones implementadas
1757	Primero	Jacobo García, intentó el desagüe de la ciénaga a instancias del gobierno español (Albores, 1995:351), ofreciendo como pago por parte del gobierno una fracción de las tierras desecadas a la empresa ejecutora de los trabajos. Por fortuna, estos fracasaron por dificultades tecnológicas.
1857	Segundo	En aquel entonces, el gobernador del Estado de México, (Mariano Riva Palacio) sentenció al agua de las tres lagunas del Alto Lerma, como un problema y fuente de enfermedades. Se pretendía el control de los afluentes del Río Lerma, mediante obras obstructivas electromecánicas, que serían operadas por una empresa mediante la vía de la concesión (Silva, 1999)
1870	Tercero	Otra vez, el mismo gobernador (Mariano Riva Palacio), retoma la idea de la desecación de las lagunas. Las obras se iniciaron el primero de mayo de 1870, en un evento multitudinario con la asistencia de cuatro mil personas en la confluencia de los ríos Lerma y Santa Catarina. La incosteabilidad de la obra y los resultados irrelevantes e inconclusos obligan a abandonarla
1907	Cuarto	Los marcos jurídicos han avanzado sensiblemente en el país, esta vez el proyecto es sustentado por un contrato, que en su cuerpo de cláusulas establece términos de concesión. Esto es, "ceder la operación económica a una empresa de un plan de inversión por el financiamiento del mismo, por un tiempo determinado". (Silva, 1999: 29).
1926	Quinto	No se tienen referencias claras de este intento, se sabe, que el general Abundio Gómez — exgobernador del Estado de México — , solicita concesionar la desecación de las lagunas del Alto Lerma. Es el postrer intento conocido con este nombre (desecación)
1942	Sexto	Los escenarios y los enfoques han cambiado. La prioridad ya no es "la desecación de las lagunas". La ciudad de México lastimada por la escasez del vital líquido, propiciada por la demanda incesante del líquido y la precariedad de su acuífero, centra la solución de sus problemáticas hídricas en los manantiales del Alto Lerma. Surge la primera etapa del Sistema Lerma. Aparece el actor Distrito Federal. La red se puso en operación en 1951.

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Año	Intento	Acciones implementadas
1966 - 1970	Séptimo	Se valida "legalmente" la segunda etapa del Sistema Lerma, que faculta al Gobierno del Distrito Federal para ampliar la cobertura de perforaciones de pozos profundos hacia Ixtlahuaca y Jiquipilco. Se consuma la desecación de las lagunas, la desaparición de ojos de agua y manantiales en la región es brutal, la disminución de agua en los cuerpos lacustres es en algunos casos, total <sup>2</sup> . Se fundamenta el trasvase.

Fuente: Elaboración propia con base en los autores citados.

torno a la gestión del vital líquido: el trasvase del recurso natural a la ZMVM, visualizado como primordial cometido del actor gobierno. Sostener la posición de la Ciudad de México como poseedora de las fuerzas neurálgicas del país, implicaba para el gobierno cuestiones de seguridad nacional, esto explica en parte la decisión tomada.

### 3.2. HISTORIA DE LA DESECACIÓN DE LAS LAGUNAS DE LA CUENCA DEL ALTO LERMA

Las tentativas de desecación de las antiguas ciénagas o lagunas en la región de estudio — Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan

— abarcan un periodo histórico bien definido: de 1757 a 1970, el cuadro número dos revela con precisión las acciones consustanciales emprendidas por el gobierno.

Con respecto al cuadro anterior, es claro que los cinco primeros intentos se encauzaron a criterios enfocados en la desecación de las lagunas. Se observa también con nitidez que los últimos dos intentos tienen centralismo en resolver los problemas de escasez de agua en la ZMVM, sin embargo, la tecnología empleada, en un corto tiempo de operación demostró que igualmente, el agotamiento de los cuerpos lacustres era inminente.

Cuadro número 3. Sustento legal del trasvase de agua potable entre las Cuencas del Alto Lerma y del Valle de México.

Fecha	Documento	Actores involucrados	Acuerdos convenidos
11/08/1966	Decreto número 88	Gobierno del Estado de México	El Gobierno del Estado de México, al obtener la conformidad de los campesinos de la región, para la explotación de las aguas subterráneas, adquirió con ellos, entre otros, el compromiso de promover ante el Gobierno Federal, la desecación de las lagunas de Lerma en una superficie de 7,000 hectáreas, mediante las obras de drenaje y destinarlas a la agricultura (Silva, 1999).

(Continúa en la página siguiente)

<sup>2</sup> Actualmente solo quedan 0.08 Km<sup>2</sup> de la laguna de Lerma, de acuerdo con INEGI (2010).

(Continuación)

Fecha	Documento	Actores involucrados	Acuerdos convenidos
14/12/1966	Primer Convenio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Departamento del Distrito Federal</li><li>• Secretarías Federales: de Recursos Hidráulicos, Agricultura y Ganadería</li><li>• Gobierno del Estado de México</li></ul>	El ejecutivo federal autoriza a los actores involucrados a firmar el convenio para cumplir cuatro propósitos fundamentales; solucionar la grave escasez del recurso natural en la ZMVM; cumplir el objetivo anterior sería posible aprovechando los recursos hídricos de la Cuenca del Alto Lerma, dada su factibilidad técnica; asimismo el gobierno federal instruye que a cambio del trasvase del agua, el DDF, colabore con las comunidades adscritas a la CAL con la construcción de caminos, escuelas y dotación de agua potable <sup>3</sup> . Por último, se comprometía a la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería a proteger de manera especial la riqueza arbórea del Estado de México.
12/12/1968	Convenio Adicional al Primer Convenio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Departamento del Distrito Federal</li><li>• Secretarías Federales: de Recursos Hidráulicos, Agricultura y Ganadería</li><li>• Gobierno del Estado de México</li></ul>	Aparece la segunda etapa del SL, se prevé el suministro de agua potable a tres municipios mexiquenses circunscritos a la ZMVM, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla. Para compensar la extracción adicional de agua potable, el DDF, aportaría adicionalmente, 68.6 millones de pesos para los mismos fines establecidos en el convenio original, considerándose esta contribución como ampliación de metas.

(Continúa en la página siguiente)

### 3.3. EL FUNDAMENTO LEGAL DEL TRASVASE ENTRE LA CAL Y LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Para dar factibilidad legal a las acciones descritas en el apartado anterior de la investigación, — con centralismo en los dos últimos intentos de desecación —, los gobiernos Federal, de la hoy Ciudad de México y del Estado de México, en clara exclusión de los mandos locales acordaron los procedimientos legales para consumir los hechos (ver cuadro número tres).

<sup>3</sup> Los detalles del convenio se publicaron en el DOF el día 16 de diciembre de 1966, destaca en su contenido la cláusula sexta que compromete al entonces DDF a cooperar con el gobierno del Estado de México con 23 millones de pesos para dotar de agua potable para uso doméstico a 56 comunidades, de los municipios tributarios del sistema; 5 millones de pesos para construcción de escuelas y 3 millones setecientos mil pesos para la habilitación de caminos que confluyesen a la carretera de operación de los pozos.

(Continuación)

Fecha	Documento	Actores involucrados	Acuerdos convenidos
18/02/1969	Segundo Convenio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretaría de Recursos Hidráulicos</li> <li>• Departamento del Distrito Federal</li> <li>• Departamento del Distrito Federal</li> <li>• Secretaría Federal de Recursos Hidráulicos</li> <li>• Gobierno del Estado de México</li> </ul>	Se suscitan manifestaciones de inconformidad por los pobladores de la región (CAL), se habla ya de un saqueo del vital líquido. El DDF para acallarlas, en un acto de "conciencia de las necesidades de las poblaciones que no han visto satisfechas sus demandas" (Torres, 2014: 105-106), decide aumentar en 45.8 millones de pesos su aportación económica para construir más infraestructura carretera, educativa e hidráulica.
30/09/1970	Convenio vigente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento del Distrito Federal</li> <li>• Secretaría Federal de Recursos Hidráulicos</li> <li>• Gobierno del Estado de México</li> </ul>	Finiquitar legal y económicamente, las responsabilidades contraídas por el DDF en favor de las comunidades asentadas en los municipios circunscritos a la CAL transfiriéndolas al Gobierno del Estado de México. El DDF entregaría con tal carácter al gobierno del Estado de México, un total de 81 millones novecientos treinta y siete mil quinientos sesenta pesos repartidos en quince ministraciones iguales Torres (2014) <sup>4</sup> .

Fuente: Elaboración propia con base en los autores citados.

En el cuadro anterior queda establecido que las partes afectadas fueron las regiones productoras del agua y la sustentabilidad del recurso natural, los convenios referidos fueron signados en términos tan generales, con tantas limitaciones y en ausencia de una representación comunitaria auténtica, que su cumplimiento y la rendición de cuentas quedaron inmersos en la opacidad.

#### 4. Marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma: su actualidad

En interpretación del grupo investigador fundamentada en Palerm (2007), se puede decir que actualmente en la sociedad hidráulica con-

temporánea, priva un modelo de gestión de los recursos hídricos análogo al modo asiático de producción, el cual, funciona de acuerdo con un decálogo de premisas que le proveen características sistémicas propias. Dichas peculiaridades se establecen en el cuadro número cuatro.

<sup>4</sup> Una fotocopia simple de dicho convenio fue proporcionada por habitante de la comunidad de Santa María Atarasquillo del municipio de Lerma, el día 30 de diciembre del 2018, en entrevista aplicada en su domicilio.

Cuadro número 4: Decálogo del modelo mesoamericano de gestión hídrica.

Premisa	Características	Inferencia
Primera	Toda sociedad posee una base hidráulica	Natural. Cuenta con recursos hídricos suficientes. Artificial. Otorga al vital líquido la categoría de susceptible de importación y sobreexplotación
Segunda	Existe desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad. La economía es agrícola	Se trata de sociedades agrarias preindustriales. Las relaciones productivas son volátiles. Los actores más desprotegidos generan el concepto de supervivencia
Tercera	Es relevante el medio ambiente natural en el que se desarrolla la sociedad hidráulica	La agricultura y otras actividades asociadas a la dinámica económica de la región deben ser practicable en armonía socioecosistémica
Cuarta	La escala geográfica y técnica de la agricultura que se practica en la sociedad hidráulica se vincula al manejo del agua	Existen y se aplican formas de organización y control social hidráulico
Quinta	Existe correspondencia entre los medios sociopolítico y económico que sustentan los sistemas hidráulicos	Permea un sentido de fortaleza-debilidad en la gestión del vital líquido. El Estado es más fuerte que la sociedad
Sexta	El Estado es más fuerte que la sociedad	Los conflictos y antagonismos sociales se dan fuera de una posible lucha de clases, el Estado, los resuelve de una u otra forma
Séptima	La sociedad hidráulica representa un género insustituible de la vida social humana	Permite la adhesión de una indeterminada variedad de especies —de comunidades del agua—
Octava	Persiste el carácter monopolista de la gestión del agua	El aparato tecno-administrativo predispone el dominio sobre el manejo del recurso natural, aunque no opera en la realidad

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Premisa	Características	Inferencia
Novena	Gesta sociedades hidráulicas sencillas, semicomplejas y complejas	Son complejas en el momento que el comercio, la industria y la agricultura están suficientemente desarrollados
Décima	La sociedad hidráulica está diseñada para generar subtipos o modelos especiales de gestión hídrica	Se fomenta la hipercomplejidad en la administración del zumo vital. Se cimienta la privatización. Se suscita alejamiento de la visión del agua como derecho humano

Fuente: Elaboración propia con sustento en Palerm (2007).

El cuadro anterior describe la intensidad con la que actualmente se lleva a cabo la gestión de los recursos hídricos en la CAL. Se observa un Estado en apariencia más fuerte que la sociedad. Reseña la actuación del gobierno como actor fundamental del sistema en modos de utilización del zumo vital para controlar políticamente a la sociedad — el otro actor sustancial —. De tal forma, que este actor, el gobierno, fomenta un modelo de administración hídrica inercial, hipercomplejo, resistente al cambio, atado a convenciones obsoletas y paradigmas hídricos caóticos.

Toda sociedad sustenta su funcionamiento estructural en marcos institucionales asociados a recortes de la realidad (sistemas) encargados de aplicar los matices legales relativos que rigen las interacciones entre los actores sistémicos. La configuración actual de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma no es la excepción, los cometidos asociados a la gestión de los recursos hídricos se concentran institucionalmente en la consecución de un objetivo central: lograr una administración territorial conveniente — que no eficaz y eficiente — del vital líquido. A este respecto, el marco institucional vinculado a la gestión de los recursos hídricos en la CAL se esquematiza en la figura número dos.

En el esquema anterior se confirma que, en la gestión de los recursos hídricos en la CAL, coexisten los tres niveles de gobierno ligados a la vida

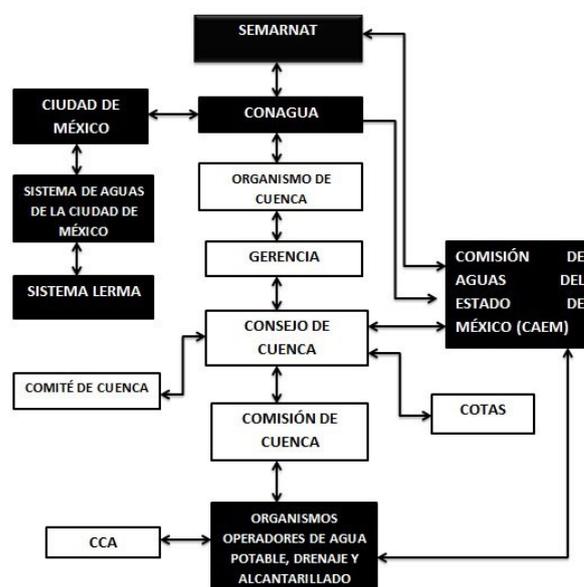


Figura número 2. Esquema del marco institucional vinculado con la gestión de los recursos hídricos en la CAL.  
Fuente: Elaboración propia.

política del país: por el federal, intervienen la secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El Estado de México interviene en la gestión hídrica regional a través de la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM). Los gobiernos municipales adscritos territorialmente a la CAL actúan por intermediación de sus organismos operadores, o en su defecto, como su funcionalidad operativo-administrativa se los permite.

A nivel de alcaldías, el hoy gobierno de la Ciudad de México interviene en la gestión de los recursos hídricos de la CAL, mediante la participación activa del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), en ámbitos de la operatividad específica del Sistema Lerma<sup>5</sup> (SL) trasvasando un volumen de agua potable que fluctúa entre los 2.43 y los 4.5 metros cúbicos por segundo a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se ocupa del suministro de agua potable a 17 municipios de la CAL integrados al Valle de Toluca; Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Chapultepec, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Tianguistenco, Toluca y Xonacatlán; a tres municipios asentados en la ZMVM: Nauhcalpan, Atizapán de Zaragoza y Tlalnepantla y a un mínimo de siete alcaldías de la Ciudad de México, estos datos cuantitativos representan la hipercomplejidad del sistema hídrico interregional (Nieto, 2019).

La precariedad social, económica, ambiental, institucional y tecnológica del actual modelo

de gestión de los recursos hídricos en la CAL, se motiva en los cúmulos de intereses que comportan los actores con injerencia. En este sentido, tratándose de problemáticas inmersas en el paradigma de la sustentabilidad; se dice que un análisis distintivo inherente debe incluir tres dimensiones, social, económica y ambiental, sin embargo, Estrada, et al, (2005), refieren que dicha conceptualización es limitada, que marchar sobre los ámbitos de la sustentabilidad implica ir más allá de esta visión; comprende la participación simultánea de cinco dimensiones: económica, humana, ambiental, institucional y tecnológica. En esta investigación, se toma en cuenta esta última posición, la dimensión humana se equipará a la dimensión social.

En procesos de extrapolación metodológica del discernimiento penta-dimensional establecido líneas arriba, en el cuadro número cinco se encuadran los intereses de los actores de la sociedad hidráulica en la CAL vinculados a la gestión de los recursos hídricos por dimensión de actuación.

Cuadro número 5. Intereses de los actores de la sociedad hidráulica de la CAL con enfoque en la gestión de los recursos hídricos, por dimensión de actuación.

Actor	Enfoque del interés de los actores por dimensión de actuación				
	Social	Económica	Ambiental	Institucional	Tecnológica
Gobierno		Visión de mercado			
Población	Organización comunitaria Acoplamiento inercial al actual modelo de gestión	Conservar el paradigma de gratuidad perpetua	Procesos de lenta concientización		
Industriales		Autoabastecimiento			

(Continúa en la página siguiente)

<sup>5</sup> Ente administrativo del SACM, que controla la extracción de agua subterránea por medio de la operación de 213 pozos de agua profunda. (Dato proporcionado por el Arq. Raúl Maíz, en la oficina matriz del SL, ubicada en Villa Carmela, Lerma, Estado de México, el día 28 de noviembre del 2014.

(Continuación)

Actor	Enfoque del interés de los actores por dimensión de actuación				
	Social	Económica	Ambiental	Institucional	Tecnológica
Empresarios		Convenciones económicas con el gobierno			
Agricultores		Empoderamiento hídrico simulado			
Comités comunitarios del agua (CCA)		Insustentabilidad financiera y falta de transparencia			
Enclaves políticos		Elegir entornos con abundancia hídrica, natural o adquirida	Preservar sus entornos	Incidencia política relevante	Vanguardismo en sus entornos
Partidos políticos			Investigación encubierta	Función electoral	
ONG		Mantener sus prerrogativas económicas	Neurosis convenida	Presión incesante	Informante perenne
Organizaciones e instituciones académicas	Colaboración y apoyo	Proteger el entorno con investigación socialmente descontextualizada	Incidir en la sociedad con investigación verídica	Sensatez analítica	Predisponer su visualización
Organizaciones civiles-académicas	Aparición comunitaria resiliente		Gestación comunitaria resiliente	Organización comunitaria resiliente	
Comunidades contingentes		Usufructuación inherente			

Fuente: Elaboración propia.

Es contundente la información que contiene el cuadro anterior, las casillas en blanco expresan las omisiones respectivas y, a manera de preclusión puede determinarse que el cariz con el que actúa la sociedad hidráulica en la CAL es esencialmente económico, solo un actor, las organizaciones civiles-académicas no oprimen al sistema hídrico en cuestiones económicas. Igualmente, se infiere que las problemáticas sociales, medio ambientales y tecnológicas, están de hecho olvidadas. De igual modo, se asume que las instituciones encargadas de la gestión de los recursos hídricos son presionadas por el socio ecosistema y no cumplen sus funciones inherentes. No obstante, el matiz antropogénico visualizado, del cuadro precedente surge un tridente de conceptos fundamentales para tamizar los tejidos de la visión en prospectiva de la sociedad hidráulica en la CAL, a saber: paradigma, comunidad y resiliencia.

## **5. Prospectiva de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma**

De acuerdo con Berman (1988), un nuevo paradigma social consiste en construir entornos económicos, sociales, ambientales e institucionales radicalmente nuevos, que encaucen los cometidos inherentes. La visión teórica de este autor se amolda de buena manera al nuevo paradigma que debe prevalecer actualmente en la sociedad hidráulica de la CAL fusionado a la gestión de los recursos hídricos, de hecho, el objetivo central reside en canalizar una misión provista de integridad. Es decir, es urgente trascender del actual paradigma de gestión hídrica entretejido a vacíos legales, irregularidades administrativas, ineficiencias económicas y desordenes culturales, que repercuten negativamente en la sustentabilidad del recurso natural.

El nuevo paradigma de la sociedad hidráulica de la CAL coligado al vital líquido, en lo sucesivo será estructurado en el discurso como: gestión integral de los recursos hídricos (GIRH). Su constitución conceptual se divide tríadicamente en las nociones; paradigma, comunidad y resiliencia. De facto, el paradigma de la GIRH será constituido en sinonimia del paradigma hídrico comunitario resiliente.

Para (Kuhn, 1971), un paradigma científico funciona de cuatro maneras; la primera, se presenta en ausencia de reglas porque es muy difícil construir armonías en la diversidad de problemáticas

asociadas al mundo real fenoménico; la segunda, pondera “el modelo de las realizaciones previas” (Kuhn, 1971: 86), enfocado en que el aprendizaje de leyes, conceptos y teorías posee un principio histórico, es decir, ningún conocimiento parte de cero, siempre existen conocimientos a priori. La tercera infiere que hipotéticamente, los paradigmas guían los cursos de los mundos reales por medio de modelos directos con y sin abstracción de reglas, basta que las comunidades científicas correspondientes, acepten sin discusión las soluciones adoptadas para las problemáticas planteadas. En la cuarta razón, se manifiesta que la ciencia no es monolítica, en virtud de lo cual, pueden existir tantos paradigmas como mundos reales aceptados existan (Para Kuhn, 1971), los paradigmas tienen un origen imbuido de procesos de socio génesis. Con esta exposición discursiva, se ha pretendido mostrar que los paradigmas pueden funcionar en comunidades.

Para el diseño teórico del nuevo paradigma de la GIRH en la CAL, los paradigmas que lo obstaculizan son: la percepción de un Estado más fuerte que la sociedad, la visión en comunidad del agua como recurso natural inagotable, la gratuidad perpetua en el pago del servicio de agua potable y el individualismo posmoderno — que impide las visiones comunitarias —. En el primer caso, el representante del Estado — el gobierno —, se comporta autoritario en detrimento de la participación ciudadana en los cometidos vinculados a la GIRH. En el segundo razonamiento, la sociedad hidráulica de la CAL, no se compromete a desbaratar la cultura del derroche hídrico.

El tercer paradigma involucra a los dos actores principales del sistema, — gobierno y sociedad —. No se produce confrontación entre ellos, antes bien, cohabitan socialmente para lograr un objetivo central: mantener como desde hace 70 años la gratuidad perpetua del pago por el suministro del agua potable. Tal pareciera, que el gobierno no pretende asignarle un precio al servicio, que su voluntad política no le alcanza para organizar e integrar a la sociedad en quehaceres enfocados en la GIRH. La comprobación del status que guarda esta fenomenología socio ecosistémica en la región de estudio, se realizó como parte de la fase inductiva de la investigación; la herramienta metodológica seleccionada fue la entrevista semiestructurada diseñada con reactivos abiertos, la unidad geográfica de intervención fue una mi-

cro región perteneciente al municipio de Lerma conformada por 24 comunidades; la muestra de los informantes clave entrevistados se integró por 109 personas; se buscó a líderes de la comunidad que conocieran las problemáticas vinculadas con su devenir hídrico cotidiano; con dicho matiz metodológico los entrevistados fueron; comisariados ejidales, delegados municipales, representantes de los comités de participación ciudadana y líderes ancestrales de los pueblos. En la gráfica número dos, se ejemplifican las condiciones prevalecientes en la CAL con relación al pago del servicio de agua potable. Se aclara, que en esta parte de la indagación, se exponen solo dos particularidades cuantitativas, en trabajos futuros basados en estas temáticas se abordarán en pleno los resultados obtenidos.

Los datos que contiene la gráfica anterior son contundentes, el 78 por ciento de la población asentada en la CAL no pagaría en el futuro el servicio de agua potable, motivada su decisión por el convenio de trasvase firmado en 1970, en el cual se integra el matiz económico de la gratuidad perpetua para las comunidades asentadas en la CAL, el 12% de la muestra de la población entrevistada manifestó que sí realizaría el pago respectivo a cambio de un buen servicio, y, solo el 4% cubre el costo correspondiente ¿Quién paga el servicio? ¿Los contribuyentes cautivos, llámense habitantes o usuarios de los fraccionamientos integrados territorialmente con la región de estudio?

Por otra parte, en los quince años comprendidos entre 1 de enero del 2001 al 31 de marzo del 2015, en 15 de los 26 municipios circunscritos a la CAL, se edificaron asentamientos humanos concentrados (fraccionamientos). En el lapso indicado, se construyeron 125,334 viviendas, y, de acuerdo con el INEGI (2010), en cada casa habitación viven un promedio de 4.1 personas, interpolando, se obtienen 513 mil 869 habitantes, que demandan un consumo diario de 125 millones 384 mil 133 litros de agua, a razón de 244 litros/día/habitante, equivalentes a 125 mil 384 metros cúbicos de agua por día, lo que presiona dramáticamente la sustentabilidad regional del recurso natural. (Nieto, 2015).

El cuarto paradigma que obstruye la visión de la GIRH — el individualismo posmoderno —, resulta como consecuencia de la dinámica social; lassociedades se han diluido en un compendio heterogéneo de diferencias. Las personas han roto el



Gráfica número 2: Visión comunitaria del pago del servicio de agua potable en la CAL.  
Fuente: Elaboración propia.

arraigo a la tierra, a la comunidad; infundidas por anhelos de progreso, buscan hábitats convenientes para sus posibilidades económicas, se adaptan a ellos, aunque no conviven; rompen el vínculo comunitario ancestral para comenzar, en familia, construyen neo-comunidades resilientes.

Para (Tonnie, 1947), la comunidad es por naturaleza, y como la naturaleza, insustituible. La comunidad ha de ser entendida como un organismo vivo y la sociedad como agregado y artefacto mecánico. Luego entonces, si la comunidad es por naturaleza, el hombre la lleva en la sangre, lo que significa, que en cualquier momento es posible construir comunidades como componentes inseparables de la sociedad. Si las comunidades han de ser resilientes, la resiliencia se enfoca de modo comunitario, ya no entendida como recuperación, como estabilización, porque al fin de cuentas, tal vez lo perdido ya no se recupere. En la posmodernidad, es pertinente conceptualizar a la resiliencia comunitaria como ópticas de transformación:

“Esta perspectiva enfatiza las capacidades de las personas para la adaptación a los cambios, la capacidad de aprender, la creatividad, la orientación hacia el futuro, las fortalezas y oportunidades, más que los peligros y las debilidades. En algunos casos los desastres pueden llevar a ser oportunidades para cambiar o mejorar las deficientes condiciones de vida de los afectados”. (Olabejoya, 2006, citado en Uriarte, 2013).

La resiliencia no pervive en los seres excepcionales sino en las personas normales y en las variables naturales del entorno inmediato. Es una cualidad

humana universal presente en todo tipo de contextos desfavorecidos, guerra, violencia, desastres, maltratos, explotaciones, abusos, y sirve para hacerles frente y salir fortalecido e incluso transformado de la experiencia<sup>6</sup>. (Uriarte, 2013). En estos perímetros discursivos, los pilares fundamentales de la resiliencia comunitaria son; capacidad para relacionarse; habilidad para establecer lazos de intimidad con otras personas para equilibrar la propia necesidad de afecto y la iniciativa; ese gusto por exigirse y ponerse a prueba en tareas muy exigentes<sup>7</sup>.

De acuerdo con (Uriarte, 2013), el concepto de resiliencia se sustenta conceptualmente en tres particularidades: la primera, es la cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales, la segunda, es el grado en el que el sistema es capaz de autoorganizarse, la tercera, es relativa a la habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse.

La prospectiva metodológica de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma, se integra en el cuadro número seis.

Cuadro número 6: El nuevo paradigma asociado a la GIRH en la CAL: la transfiguración de sociedad hidráulica a comunidad hidráulica resiliente.

Comunidad resiliente	Resiliencia —núcleo conceptual—
Compleja	Comunidad hidráulica resiliente. La vida en diferencias, la dinámica sociocultural rompe la homogeneidad y propicia la heterogeneidad. La economía hidráulica traza las directrices
Contingente	Comunidad resiliente organizada bajo amenazas. La comunidad se transfigura de la casa, a la ciudad, a la megaciudad. El individuo es feliz, precavido y temeroso. La comunidad resiliente se corresponsabiliza de sus entornos hidráulicos

Comunidad resiliente	Resiliencia —núcleo conceptual—
Trasgresora	La transgresión implica el olvido de la esencia comunitaria (la calidad de insustituible). La colaboración entre los dos actores del sistema —gobierno y sociedad—, recrea el modelo inercial de gestión hídrica
Participativa	Atiende sus necesidades hídricas primordiales. Gestiona procesos de aculturación para fortalecer su condición trascendental
De micro lugar	Adaptación y actuación familiar a lugares reducidos. La identidad se sustituye por alteridad. El poder de adecuación a una nueva realidad hídrica — mejorada o agravada—
Estética	La persona la permea, la disfruta. La rememoración se complejiza, se confunde, se transforma en dicotómica: da mantenimiento social a la noción de comunidad mediante identidad y alteridad —la fusión de mundos, el nuevo y el antiguo—, en escenarios hidráulicos propicios que su condición económica le provee
Mancomunidad	La comunidad hidráulica por sus propios medios decide preservar, conservar y mantener sus entornos hídricos

(Continúa en la página siguiente)

<sup>6</sup> Disponible en: <http://www.uv.es/garzon/psicologia%20politica/N47-1.pdf>

<sup>7</sup> Disponible en: <http://image.slidesharecdn.com/queesresiliencia-120202143255-phpapp02/95/que-es-resiliencia-3-638.jpg?cb=1422643470>

(Continuación)

Comunidad resiliente	Resiliencia —núcleo conceptual—
Panóptica	La protección a ultranza de los recursos hídricos. la sociedad hidráulica transforma paulatinamente sus procesos de: ideales- inequitativos-desconfiados-atemorizantes a factibles-equitativos-creíbles-fiables
Ultreya disciplinaria	Conformada y organizada para hacer que las cosas sucedan. Ir más allá del discurso, de los planes. La comunidad hidráulica se auto-organiza. Apela a la colaboración del gobierno y la sociedad —la fusión transdisciplinaria— para cumplir sus propósitos hídricos

Fuente: Elaboración propia.

No se ha trazado en el cuadro anterior un método que refleje el paso de una comunidad a otra. Se han posicionado, a título de los autores de la investigación, las posibilidades de trascendencia de una sociedad hidráulica a comunidades hidráulicas resilientes. En el marco precedente, queda establecido que no se espera que en el corto plazo el gobierno pueda delinear políticas públicas convenientes para encauzar el paradigma de la GIRH, debido a que; no tiene voluntad política para hacerlo, no ha configurado escenarios socio-financieros para lograrlo y, cohesionado por el modelo económico imperante, conviene el negarle al zumo vital la calidad de bien común para otorgarle el de mercancía al mejor postor.

Por otra parte, el cuadro anterior soporta formalmente la idea de concebir un nuevo paradigma hídrico —la gestión de los recursos hídricos por cuenca—, adosada a esta forma de administración hídrica, se visualiza el traspaso del ámbito regional al micro regional —donde ac-

túan las comunidades—. En esta investigación se concluye, que no podría ser de otro modo; son las comunidades hidráulicas las que conocen y generan las problemáticas relacionadas a los recursos hídricos, son también ellas, las que, metodológicamente consultadas, aportarían las soluciones más convenientes. En esta investigación se insiste, solo se ha aportado el diseño de una aproximación teórica epistemológica de la sociedad hidráulica en la CAL.

### Conclusiones

Se ha diseñado en este documento una aproximación teórica epistemológica de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma, los investigadores han constituido los contenidos temáticos para dar cumplimiento al propósito central de la investigación enfocado en diseñar teóricamente un marco interpretativo de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma (CAL), sustentado metodológicamente mediante el pensamiento sistémico en cuatro componentes: conceptualización, historia, actualidad y prospectiva. Es decir, de acuerdo con la teoría de sistemas se ha diseñado un recorte de la realidad con sus respectivos componentes o subsistemas (la síntesis), para desenvolver y entender su funcionamiento e interacciones (el análisis).

En el primer componente, se ha explicitado la conceptualización de la noción sociedad hidráulica entendida como una estructura que domina el sector estratégico de la economía de una nación, de forma jerárquica y especializada, que funciona mediante un orden tecno-administrativo centralizado, a través de la planeación burocrática de estrategias de arriba hacia abajo entrelazadas a un marco legal que aplica el gobierno mediante la intervención de instituciones específicas, para coaccionar, que no orientar a la sociedad en los propósitos hídricos, otorgando a esta última (sociedad) la categoría de usuarios o consumidores del agua en detrimento de la noción actores. Este apartado se ha diseñado teóricamente como un sistema complejo conformado a su vez por cuatro componentes o subsistemas: una delimitación geográfica a la cual se adscriben treinta y tres municipios del Estado de México, un marco legal debidamente instituido encabezado por la Ley de Aguas Nacionales y la Ley de Aguas del Estado de México.

En el segundo momento se discutió la estructura del subsistema de actores: se ha esbozado una concepción del término actor, asumida como todo individuo o grupo social con injerencia consustancial para los propósitos hídricos. Se estableció una tipología de histriones, se reconocen; empíricos, públicos y privados. Ligados a la gestión hídrica, en la región de estudio se han identificado dos bloques de actores; el gobierno y la sociedad, a esta última se circunscriben: la población, conformada por todas las comunidades asentadas en la CAL, las comunidades de agricultores, que en algunas microrregiones ya han dejado atrás su cualidad de proveedores de alimentos, comunidades de industriales y empresarios, bien organizados y en apariencia dispuestos a coadyuvar en ámbitos relacionados con la sustentabilidad del recurso natural, comités comunitarios del agua, que en perímetros de nula transparencia gestionan el suministro de agua potable para diversas comunidades, enclaves políticos, identificados como grupos de elite que se auto comisionan para decidir sobre la gestión de los recursos hídricos regional y meta regional excluyendo a la sociedad de los procesos inherentes.

Para el actor partidos políticos, sucede lo mismo que con el anterior participante, en sus feudos partidistas deciden el matiz político que debe tener, desde su punto de vista, la gestión hídrica. El actor ONG posee un cariz contrastado; impulsa ámbitos de investigación enfocados en la sustentabilidad ambiental, pero, sus ataduras económicas lo hacen aliarse con el gobierno. El actor organizaciones institucionales y académicas, promociona sus ámbitos inherentes desde reductos ciegos, es decir, desprovistos de investigación en campo. Como actor, las organizaciones civiles se amparan en el derecho humano al agua, y, por lo tanto, defienden la visión de: accesibilidad equitativa y universal. Para las comunidades contingentes, las fenomenologías antropogénicas asociadas a la gestión de los recursos hídricos representan oportunidad económica.

Con relación a la identificación y análisis de los actores, por el método deductivo, se han inferido los intereses y roles de cada participante o actor, sembrados en una matriz de actuación penta dimensional, en la que se conjugan los niveles de análisis: social, económico, ambien-

tal, institucional y tecnológico, con los dos bloques de actores identificados. En este esquema bidireccional, ha quedado establecido que los enfoques de los actores relacionados a la gestión de los recursos hídricos son fundamentalmente económicos, ha quedado plasmado también la omisión de planteamientos sociales concatenados al medio ambiente y al recurso natural agua.

En el tercer espacio, fusionados a escenarios políticos, se trataron los marcos históricos, la actualidad y la prospectiva de la sociedad hidráulica de la Cuenca del Alto Lerma. Su historia, ligada a su configuración regional, se matizó por procesos de toma de decisiones en torno a objetivos que inicialmente fueron confusos; en un principio, se manejó como prioridad la desecación de las lagunas del Alto Lerma, teniendo como centro conceptual la idea de que dichos cuerpos lacustres representaban un riesgo para la salud pública. Después, a los procesos de toma de decisiones gubernamentales se integra la modalidad de trasvase entre cuencas como solución factible para, metafóricamente hablando, mitigar la sed de los habitantes de la zona metropolitana de la Ciudad de México, finalmente, el trasvase se consumó, con lo cual se lograron los dos cometidos planeados de inicio. Por cuestiones vinculadas con la dinámica de la naturaleza, por la extracción del agua de los acuíferos a través de pozos profundos; se desecaron las lagunas y se detonó en México el trasvase de agua entre cuencas. A este respecto, se integraron a la investigación las bases legales que factibilizaron ambos propósitos, matizados por los convenios originales y sus correspondientes modificaciones signados por los niveles de gobierno federal y estatal en clara exclusión de los gobiernos municipales. En la actualidad, desde cualquier óptica, estos documentos pueden resultar obsoletos y carentes de contenido sustancial en agravio de las regiones productoras del agua, sin embargo, la Suprema Corte de Justicia de la Nación, convalidó su legalidad.

La actualidad de la sociedad hidráulica en la Cuenca del Alto Lerma, se ha dibujado tamizada bajo los filtros de una lupa social concluyente, con respecto al actual modelo de gestión hídrica —administración de la demanda—; se han mostrado los tejidos que le dan vitalidad, se ha puesto sobre la mesa la base legal-ilegal

con la que opera los entes institucionales, administrativos y técnicos encargados de la gestión hídrica regional, se han vislumbrado los impactos y los efectos ya no potenciales sino reales que produjeron las decisiones tomadas en relación al trasvase del agua entre las Cuencas del Alto Lerma y la Cuenca del Valle de México. En este espacio de la investigación se diseñó un modelo de gestión hídrica en analogía al modo asiático de producción sustentado en un decálogo de premisas, sus respectivas características y las inferencias que se generan. Con vínculo metodológico al objetivo de la investigación — diseño de un marco interpretativo de la sociedad hidráulica de la Cuenca del Alto Lerma —, la instrumentación de la fase inductiva de la indagación vislumbró mediante un ejemplo cuantitativo la existencia de fenomenologías antropogénicas nocivas para el socio ecosistema que serán explicitadas con amplitud en futuras investigaciones.

Que quede claro, no se propugna en esta investigación por el pago del servicio; lo que se propone es trascender, dejar atrás el actual modelo de gestión hídrica plasmado por vacíos legales, irregularidades administrativas, ineficiencias económicas y desordenes culturales, para transformarlo en un prototipo matizado de integralidad. En este documento se concluye que en la CAL, esto solo será posible, si se fortalece el manejo comunitario del agua existente desde tiempos ancestrales, visualizándose con el matiz de paradigma hídrico regional aplicable. La factibilidad del nuevo paradigma de la gestión integral de los recursos hídricos descansa en la organización de las comunidades formadas en la modernidad y consolidadas en las posmodernas: por naturaleza, contingentes, complejas, participativas, de micro lugar, estéticas, mancomunadas, panópticas, ultreya disciplinarias, estas nuevas modalidades de organización en comunidad permitirán a sus habitantes actuar en modo resiliencia con sus entornos hídricos, para conformar maneras de transformar escenarios plasmados por la anticultura hídrica en marcos de profunda integralidad enfocados en la sustentabilidad del recurso natural agua.

## Referencias bibliográficas

Ackoff, Russell L. (2002). El paradigma de Ackoff. Una administración sistémica. Ciudad de México: Limusa

Albores Beatriz (1995). Tules y Sirenas. El Colegio Mexiquense A.C. Toluca, Estado de México. Atlas de la Cuenca del Río Lerma en el Estado de México. Compendio (2014). Toluca de Lerdo, Estado de México: Secretaría de Educación, Gobierno del Estado de México

Berman, Marshall (1988). Todo lo sólido se desvanece en el aire. La experiencia de la modernidad. Ciudad de México: siglo xxi

Estrada, et al. (2005). Ética, responsabilidad social, desarrollo sustentable en las organizaciones. Publicada en Memoria del 3er. Congreso sobre Responsabilidad Social Corporativa, ISEOR, ADERESE, pp. 146-161, Lyon, Francia, Octubre 2005; en revista Administración y Organizaciones, Año 8, No. 15, pp. 27-45, Departamento de Producción Económica, DCSH, UAM-X, México, Diciembre 2005. En: [http://www.centrogeo.org.mx/curriculum/GermanMonroy/pdf/etica\\_responsabilidad\\_social\\_desarrollo\\_susten\\_organiz.pdf](http://www.centrogeo.org.mx/curriculum/GermanMonroy/pdf/etica_responsabilidad_social_desarrollo_susten_organiz.pdf)

Camacho Gloria (2007). Agua y Liberalismo. El proyecto estatal de desecación de las lagunas del Alto Lerma, 1850-1875. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Archivo Histórico del Agua, Comisión Estatal de Agua y Saneamiento

Comisión Nacional del Agua (2003). Estadísticas del Agua en México. México: Comisión Nacional del Agua

Comisión Nacional del Agua (2012). Agenda del agua 2030. Avances y logros 2012. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Comisión Nacional del Agua (2018). Estadísticas del agua en México. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales- Comisión Nacional del Agua. Disponible en: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)

INEGI. (2000). Censos Nacionales de Población y Vivienda. INEGI

Kuhn, L. Thomas (1971). La estructura de las revoluciones científicas. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica

Luhmann, Niklas (1996). Introducción a la teoría de sistemas. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana

Nieto Moreno, Macedonio (2015). Los acuíferos de la Cuenca del Alto Lerma: Un modelo sustentable de ges-

ción social y ambiental, en tesis de maestría, Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos. Toluca, Estado de México: Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México

Nieto Moreno, Macedonio (2019). Diseño de un modelo micro regional, ultreya disciplinario, para la gestión integral de los recursos hídricos en la Cuenca del Alto Lerma, en tesis de doctorado, Doctorado en Diseño. Toluca, Estado de México: Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Autónoma del Estado de México

Palerm Vich, Ángel (2007). Agua y agricultura: Ángel Palerm, la discusión con Karl Wittfogel sobre el Modo Asiático de Producción y la construcción de un modelo para el estudio de Mesoamérica. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana

Silva Rafael. (1999). Agua y Subordinación en la Cuenca Alta del Río Lerma. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Arquitectura y Diseño

Subirats, Joan; Knoepfel, Peter; Larrue, Coorinne; Varonne, Frederic (2008). Análisis y gestión de políticas públicas Barcelona, España: Ariel S.A.

Tonnies, Ferdinand (1947). Comunidad y sociedad. Buenos Aires: Losada

Torres B.L. (2014). Sistema Lerma: Una Visión Política en la Gestión Pública del agua, ¿solución Estatal o Federal?. Instituto de Administración Pública del Estado de México A.C.

### **Sistios consultados en internet**

[https://www.academia.edu/234911/An%C3%A1lisis\\_y\\_gesti%C3%B3n\\_de\\_pol%C3%ADticas\\_p%C3%ABlicas\\_Par](https://www.academia.edu/234911/An%C3%A1lisis_y_gesti%C3%B3n_de_pol%C3%ADticas_p%C3%ABlicas_Par)

[te\\_1\\_See\\_parte\\_2\\_http\\_igop.uab.es\\_](http://te_1_See_parte_2_http_igop.uab.es_). Consultado el 4 de mayo de 2022

<http://www.uv.es/garzon/psicologia%20politica/N47-1.pdf>. Consultado el día 3 de mayo de 2022.

<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-003%20-%20Resiliencia.pdf>. Consultado el día 2 de septiembre de 2022

### **Acerca de los Autores**

El Dr. Macedonio Nieto Moreno estudió la licenciatura en Arquitectura, Maestría en Estudios Sustentables Regionales y Metropolitanos y Doctorado en Diseño, en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), México. Realizó una estancia de investigación en la Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Ciudad Real, España, en el programa de Doctorado en Territorio, Infraestructuras y Medio Ambiente. Actualmente es profesor de asignatura en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD), UAEMéx, México.

El Dr. Martín Rodríguez Peñaloza, estudió licenciatura en Economía y Maestría en Economía con Especialidad en Desarrollo Económico en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), México; una Maestría en Administración y Políticas Públicas, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). México. Se graduó como Doctor en Educación, Instituto Universitario Internacional de Toluca (IUIT), México. Actualmente es profesor-Investigador de tiempo completo en el Instituto de Estudios sobre la Universidad de la Universidad (IESU), UAEMéx. México.

# Transporte sustentable para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

Luis Rocha Chiu  
rcla@azc.uam.mx

Luis Fernando Casales Hernández  
lfch@azc.uam.mx

Víctor Jiménez Argüelles  
Jiav68@yahoo.com.mx

Aurora Poó Rubio  
pram@azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana  
México



## Resumen

El extraordinario proceso de urbanización ocurrido principalmente en el último medio siglo ha hecho posible el aumento poblacional de muchas ciudades y la metropolización de zonas urbanas adyacentes a ciudades de mayor importancia, lo que ha conducido a la formación de espacios urbanos cada vez más fragmentados que engendran múltiples retos, entre ellos la disposición de medios de transporte sustentable. Modelos como la movilidad inteligente, el desarrollo orientado al transporte y las zonas de bajas emisiones pretenden resolver esta problemática en términos ventajosos ambiental, económica y socialmente.

En este artículo se presenta una propuesta de proyectos estratégicos de transporte sustentable con base en la movilidad de la zona urbana de la Ciudad de México, considerando aspectos tecnológicos, operativos y económicos, estableciendo fuentes viables de financiamiento provenientes de los medios de transporte que originan las mayores externalidades negativas

Palabras clave: Transporte sustentable, movilidad, urbanización

## Abstract

*The extraordinary urbanization process that has occurred mainly in the last half century has made possible the population increase of many cities and the metropolization of urban areas adjacent to cities of greater importance, which has led to the formation of fragmented urban spaces that engender multiple challenges, among them the provision of sustainable transport means. Models such as smart mobility, transport-oriented development, and low-emission zones aim to solve this problem in environmentally, economically, and socially advantageous terms.*

*This article presents a proposal for strategic sustainable transport projects based on the mobility of the Mexico City urban area, considering technological, operational, and economic aspects, establishing viable sources of financing from the transport means that originate the greatest negative externalities.*

Keywords: Sustainable transport, mobility, urbanization

## Introducción

A principios del siglo XIX se calcula que la población urbana sólo representaba alrededor del 3% de la población total mundial, cerca de 30 millones de personas. En gran parte debido a la industrialización, las ciudades de los países más desarrollados fueron creciendo y durante los primeros años del siglo XX el porcentaje de población urbana subió hasta el 12%, unos 200 millones. A partir de 1950, en paralelo al espectacular crecimiento demográfico de los países en vías de desarrollo, aumenta de manera acelerada la cantidad de habitantes que viven en ciudades, de tal forma que en 2007 se igualan las poblaciones rural y urbana a escala mundial y se espera que en 2050 la población urbana alcance más de 70% del total.

Las tendencias para los próximos años mantienen esa carrera alcista. Se trata de un fenómeno mundial que tiene distintas expresiones en cada parte del mundo. América, Europa y Rusia presentan un nivel de urbanización superior al 70%. Asia y África tienen una población urbana inferior a la media mundial, aunque sus porcentajes de crecimiento, sobre todo para el segundo, son espectaculares y llevarán a que ambos continentes superen el 50% de población urbana entre 2020 y 2030.

América Latina es la región más urbanizada del mundo con casi 80% de habitantes en zonas urbanas. En México la población rural apenas rebasa la quinta parte del total y la que reside en ciudades alcanza 78.6%, lo que significa casi cien millones de habitantes. Además, 37% de la población total habita en las diez zonas metropolitanas más grandes del país (INEGI, 2021).

El proceso de urbanización que se está produciendo en todo el mundo ha originado el aumento considerable de zonas metropolitanas y la formación de nuevas ciudades. En la actualidad existen en el mundo casi un millar de ciudades que tienen al menos medio millón de habitantes, de las cuales 36 son metrópolis con más de 10 millones de habitantes (Demographia, 2021).

En México, la conformación de zonas metropolitanas inicia a mediados del siglo pasado, las cuales han jugado un papel central dentro del proceso de urbanización del país. En 1960 existían 12 zo-

nas conurbadas en 14 estados del país cuyos habitantes representaban la cuarta de la población nacional, en la actualidad dos de cada tres habitantes del país viven en alguna de las 75 zonas metropolitanas distribuidas en las 32 entidades federativas.

Destaca la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), cuyo proceso de conurbación abarca actualmente las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del estado de México y 1 municipio del estado de Hidalgo con una población conjunta de casi 22 millones de habitantes distribuidos en una mancha urbana cercana a los 2400 kilómetros cuadrados. Sin embargo, el desbordamiento territorial de las relaciones funcionales y económicas de los municipios conurbados con la Ciudad de México no se ha acompañado de políticas públicas para el adecuado funcionamiento y desarrollo de la metrópoli, particularmente en lo que se refiere a la planeación y regulación de su crecimiento físico, la provisión de servicios públicos y el cuidado de su entorno ambiental.

Bajo estas circunstancias, en la década de 1990 se comenzó a desarrollar el modelo urbano basado en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) denominado ciudad inteligente que permitiría afrontar los grandes retos que comenzaban a preocupar a las ciudades de nuestro planeta: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático. Sin embargo, en los últimos años ha perdido peso el concepto original de ciudad inteligente y en su lugar ha ganado relevancia la concepción holística, en que las TIC desempeñan un papel instrumental en beneficio de los ciudadanos como elementos centrales. El nuevo enfoque de ciudad inteligente abarca los siguientes pilares: desarrollo económico, medioambiente, movilidad, sociedad, calidad de vida y gobernanza (Moreno et al, 2016).

En el rubro del transporte, adicional a la movilidad inteligente que permite la implementación del modelo urbano de ciudad inteligente, se han desarrollado otras herramientas metodológicas como: el desarrollo orientado al transporte y la movilidad urbana sustentable, entre otras. En este trabajo se realiza un análisis de la problemática del transporte de la ZMVM para proponer soluciones en el contexto de estas nuevas herramientas.

## POBLACIÓN Y MOVILIDAD

Población. El crecimiento urbano indica que en 1900 solamente la Ciudad de México y Guadalajara tenían más de 100 mil habitantes, pero para 1940 ya se contabilizaban también a Monterrey, Puebla, Tampico y Torreón. En el período de 1940 a 1980, caracterizado por una urbanización acelerada, el número de ciudades con más de 100 mil habitantes pasó de 6 a 52, la población de la Ciudad de México aumentó a 13 millones, las de Guadalajara y Monterrey rebasaron el millón de habitantes y se inician procesos de concentración urbana en las ciudades más pobladas del país (SEDATU, 2018).

Durante la etapa de 1980 a 2020 la tasa de crecimiento de la población total disminuyó de forma considerable aunque siguió siendo más alta en el segmento urbano. Las ciudades de tamaño intermedio, de entre 500 mil y un millón de habitantes, fueron las que más crecieron, lo que originó la consolidación de los municipios conurbados, entre las que destacan la del Valle de México con casi 22 millones de habitantes y las de Guadalajara y Monterrey con más de 5 millones, además existen al menos 14 zonas metropolitanas de entre 1 y 5 millones de habitantes.

En el caso de la Ciudad de México, la dispersión del núcleo central inició en la década de 1930 lo que ocasionó la conurbación con algunos municipios del Estado de México, dando origen a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), cuya población pasó en 1940 de 2.0 millones de habitantes a 12.9 millones en 1980, con lo que la participación de la ZMVM transitó de la décima a la quinta parte de la población total del país.

No obstante en la década de 1980, circunstancias de índole económico y particularmente los sismos de 1985 modificaron algunos aspectos en la dinámica demográfica de la ZMVM: reducción en la participación con respecto a la población nacional, aumento de la población de los municipios colindantes y crecimiento en forma desmesurada de la mancha urbana ocasionado por el crecimiento natural de la zona conurbada y por la propia migración a las zonas periféricas de los habitantes de las alcaldías centrales de la Ciudad de México.

La Tabla 1 muestra la evolución de la población durante los últimos 80 años en la ZMVM, dividida

en tres bloques: el total de la zona, la Ciudad de México y los municipios conurbados del Estado de México. En especial, se distingue el acelerado aumento de los habitantes de los municipios conurbados a partir de 1950, que tuvo su punto culminante en la década de 1960 cuando la tasa media anual aumentó cuatro veces más que la observada en las alcaldías de la Ciudad de México. De igual forma, el incremento poblacional en los municipios conurbados ha ocasionado que a partir de la década de 1990 su participación porcentual en la población de la ZMVM supere a la de la Ciudad de México, llegando a casi seis de cada diez habitantes en 2020.

Además, se observa que desde la conformación de la ZMVM a mediados del siglo pasado, la expansión de la mancha urbana no ha dejado de aumentar, situación que se pone de manifiesto al comparar el acelerado crecimiento del área urbana respecto a la población de la ZMVM, este fenómeno se percibe claramente en la disminución de la densidad poblacional en el período de 1940 a 2020 y con el incremento de los territorios

conurbados (alcaldías y municipios) que pasaron en el mismo lapso de 12 a 74.

Cabe aclarar que el concepto de zona metropolitana es distinto al de área urbana propiamente dicha, ya que el límite de la primera comprende alcaldías y municipios completos, incluyendo a todas sus localidades, independientemente de que éstas formen parte de la mancha urbana continua de la ciudad. Así, mientras que actualmente se reconoce que la mancha urbana cuenta con 2385 kilómetros cuadrados, la superficie total de la ZMVM es de 7866 kilómetros cuadrados.

*Movilidad.* El transporte de la ZMVM se caracteriza por una alta participación de vehículos de baja capacidad originada en la segunda mitad de la década de 1980 cuando las cifras del reparto modal tuvieron un descenso significativo en la contribución del transporte público de alta y mediana capacidad (metro, autobús y tren ligero) en favor de los medios del transporte concesionado (minibuses y combis). El cambio se dio

Tabla 1. Zona Metropolitana del Valle de México 1940-2020

Año	Población			ZMVM		
	ZMVM	Ciudad de México	Municipios	Área urbana (km <sup>2</sup> )	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )	Alcaldías y municipios
1940	1,957,499	1,757,530	199,969	128.0	15,293	12
1950	3,340,385	3,050,442	289,943	229.6	14,549	14
1960	5,461,675	4,870,876	590,799	410.1	13,318	18
1970	9,094,472	6,874,165	2,220,307	682.6	13,323	26
1980	12,895,607	8,831,079	4,064,528	1,056.6	12,205	33
1990	15,563,795	8,235,744	7,328,051	1,357.6	11,464	43
2000	18,396,677	8,605,239	9,791,438	1,878.4	9,794	54
2010	20,116,842	8,851,080	11,265,762	2,123.0	9,476	59
2020	21,804,515	9,209,944	12,594,571	2,385.0	9,142	74

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, SEDATU (2018) y Ramírez (2020).

por la transferencia de pasajeros del servicio de autobuses hacia el transporte concesionado, debido al deterioro operativo en el de la empresa estatal R-100 y la posterior publicación del decreto de quiebra en 1995. Los datos indican que en 1986 los autobuses captaban 42% de los viajes diarios de la ZMVM y en el año 2000 la participación disminuyó a sólo 9%, por su parte los minibuses y combis pasaron en el mismo lapso de 6% al 54% de viajes totales. De manera similar hubo un traspaso de viajes del transporte masivo y privado hacia el servicio concesionado (SETRAVI, 2010).

Los resultados de la encuesta origen y destino de 2007 (O-D 2007) revalidaron el dominio del servicio de baja capacidad en colectivos con el 47% de los viajes totales, participación que au-

mentó a 49% en la encuesta origen y destino de 2017 (O-D 2017). Mientras que el transporte de alta y mediana capacidad (Metro, autobús, trolebús, metrobús y tren ligero y suburbano) en el O-D 2007 participaba con 25.4%, diez años después en el O-D 2017 contaba ya con 31.3%, incremento ocasionado principalmente por la puesta en operación de varias líneas de autobús de tránsito rápido (metrobús y mexibús) en la Ciudad de México y en los municipios conurbados del Estado de México, así como un aumento de 34.5% de viajes transportados por el metro en el mismo período y el inicio de operaciones del tren suburbano en 2008. Además, debido a la constante congestión vehicular de la infraestructura vial hubo un incremento significativo en el transporte privado en motocicleta (Tabla 2).

Tabla 2. Viajes en la Zona Metropolitana del Valle de México

Modo de Transporte	O-D 2007	O-D 2017
Transporte público	14,811,970	15,569,247
Colectivo	10,353,422	11,543,302
Taxi con aplicación		156,429
Taxi	1,421,613	1,479,937
Metro	3,322,205	4,468,576
Autobús RTP	348,175	408,507
Autobús suburbano	1,743,732	907,350
Trolebús	71,224	146,479
Metrobús o Mexibús	42,633	1,105,235
Tren ligero	37,870	112,992
Tren suburbano		187,958
Mexicable		7,401
Bicitaxi		90,023
Mototaxi		274,166

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Modo de Transporte	O-D 2007	O-D 2017
Transporte privado	7,142,187	7,288,819
Automóvil	6,278,824	6,603,982
Motocicleta	91,293	371,970
Transporte escolar		281,613
Transporte de personal		36,429
Bicicleta	431,369	720,000
Otro	273,464	42,051
Subtotal	21,954,157	23,410,632
Solo caminar		11,147,585
<b>Total</b>	<b>21,954,157</b>	<b>34,558,217</b>

\* Los totales no coinciden porque los usuarios pueden usar más de un modo de transporte.

Fuente: INEGI (2008) e INEGI (2018)

Los resultados de la Encuesta de origen-destino en hogares 2017 de la ZMVM indican que entre semana se realizan 34.6 millones de viajes, 11.1 millones de viajes se hacen exclusivamente caminando. La encuesta destaca que de los 15.6 millones de viajes en transporte público en la ZMVM, 74.1% usa el servicio colectivo (microbús o combi), 28.7% el metro, 10.5% taxi o automóvil con aplicación, 7.1% metrobús o mexibús, 5.8% autobús suburbano, 2.6% autobús RTP y 3.5% otro tipo de modos como tren suburbano, tren ligero o trolebús. La suma de la utilización de medios de transporte es mayor al 100%, porque en un viaje la persona puede usar más de un medio de transporte.

Los viajes en transporte privado ascienden a 7.3 millones, de los que 90.6% se realizan en automóvil, donde el promedio de ocupantes por auto es de 1.5 personas, 5.1% de los viajes privados se realizan en motocicleta y 4.3% en transporte escolar y de personal. Asimismo, de los más de 5.9 millones de hogares en la ZMVM, 53% dispone de al menos un vehículo para transportarse.

En el comparativo del propósito de viajes entre las encuestas O-D 2007 y O-D 2017, destaca la participación porcentual en el regreso al hogar, ir a estudiar y salir de compras, mientras que se presentan disminuciones con motivo del traslado al trabajo, salir a divertirse y hacer un trámite. Los viajes más numerosos en ambas encuestas son con motivo de regreso al hogar, ir al trabajo y salir a estudiar (Tabla 3).

La encuesta O-D 2017 señala que 34.6% de los viajes por trabajo duran menos de media hora, 30.7% de los viajes se realizan en el lapso de media hora a una hora y el restante 32.7% emplea más de una hora de viaje. Los modos de transporte que se utilizan para ir al trabajo son: 45.2% en colectivo, 24.7% en automóvil y 21.1% en metro, aunque conviene destacar que un porcentaje de viajes utilizan más de un modo de transporte.

Respecto a la distribución espacial, la encuesta O-D 2017 indica que del total de viajes de los municipios conurbados, cerca de 2.25 millones (12.6%) se realizan hacia la Ciudad de México y

Tabla 3. Propósitos de viaje en la Zona Metropolitana del Valle de México

Propósito	O-D 2007	%	O-D 2017	%
Regresar al hogar	9,849,659	44.9%	16 359 470	47.3%
Ir al trabajo	5,857,726	26.7%	7 593 502	22.0%
Ir a estudiar	1,941,692	8.8%	4 102 892	11.9%
Ir de compras	1,075,114	4.9%	2 241 841	6.5%
Social o diversión	744,814	3.4%	991 749	2.9%
Llevar o recoger a alguien	1,198,867	5.5%	2 287 695	6.6%
Hacer un trámite	385,004	1.8%	294 949	0.9%
Otro	901,281	4.1%	686 119	2.0%
<b>Total</b>	<b>21,954,157</b>	<b>100.0%</b>	<b>34,558,217</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: INEGI (2008) e INEGI (2018)

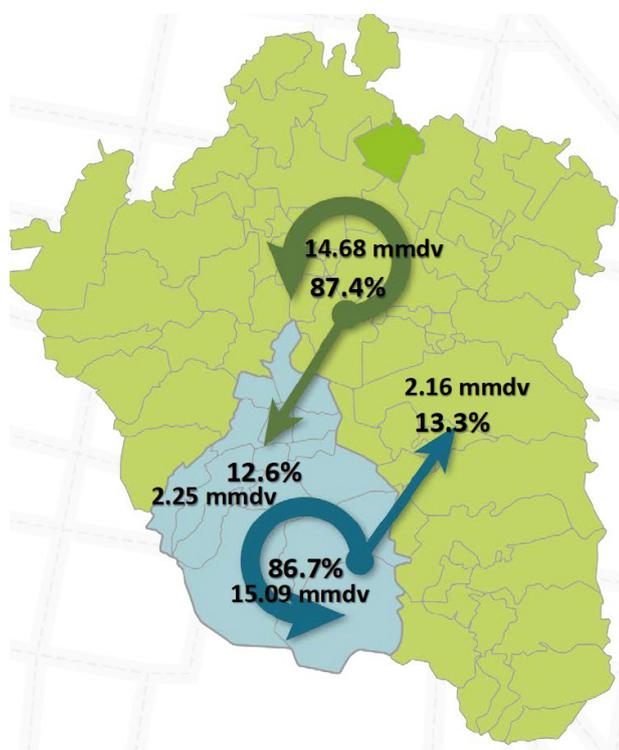


Figura 1. Viajes diarios en la Zona Metropolitana del Valle de México  
Fuente: INEGI (2021)

14.68 millones (87.4%) se efectúan dentro de los propios municipios. En tanto que, del total de viajes de la Ciudad de México, 2.16 millones (13.3%) se hacen hacia los municipios conurbados y 15.09 millones de viajes (86.7%) se realizan entre las alcaldías (Figura 1).

Según la encuesta O-D 2017, los municipios y alcaldías con la mayor cantidad de viajes internos son: Iztapalapa 1.9 millones, Ecatepec 1.8 millones, Gustavo A. Madero 1.2 millones, Nezahualcóyotl 1.1 millones y Naucalpan 0.9 millones, que en conjunto representan la quinta parte del total de viajes de la ZMVM, mientras que las parejas de destino con mayor movilidad son: Cuauhtémoc-Gustavo A. Madero 270 mil viajes, Coyoacán-Tlalpan 260 mil, Iztapalapa-Cuauhtémoc 250 mil, Coyoacán-Iztapalapa 240 mil, Ecatepec-Gustavo A. Madero 220 mil viajes e Iztapalapa-Iztacalco 190 mil.

### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA

A finales de la década de 1990, las autoridades capitalinas realizaron proyecciones de viajes con

base en las tasas de crecimiento poblacional y aumento de la mancha urbana de la ZMVM, así como en los resultados de la encuesta origen y destino de 1994 (O-D 94); estimaron a 2020 un incremento de 38% en el número total de viajes con respecto a los 20.57 millones de viajes obtenidos en la O-D 94. Sin embargo, en la O-D 2007 el aumento total de viajes con respecto a la O-D 94 fue de 6.7%, mientras que los viajes totales de la O-D 2017 crecieron 6.6% respecto a la O-D 2007, para un total de 23.41 millones de viajes en 2017. Además de manera errónea, dichos pronósticos fueron empleados para formular las estrategias y acciones del programa de transporte y vialidad y del programa para mejorar la calidad del aire en la ZMVM durante la primera década del presente siglo.

Una revisión (Connolly, 2009) de los resultados de las encuestas origen y destino de 1994 y 2007 indica que la movilidad urbana en ese período no aumentó, sino que disminuyó de manera significativa; en forma particular, las alcaldías que en 1994 tenían mayor índice de movilidad: Cuauhtémoc, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Iztacalco y Xochimilco. Los datos de la última encuesta del O-D 2017 también apuntan en la misma dirección, referente a la disminución de la movilidad a lo largo de más de dos décadas. Así, en 1994 se hacían en promedio en la ZMVM 6.0 viajes por vivienda, en 2007 fueron 4.6 viajes y en 2017 sólo 4.1 viajes; por su parte los viajes promedio por vivienda en la Ciudad de México pasaron de 6.3 en 1994, a 4.8 en 2007 y a 4.4 en 2017 y en los municipios conurbados fueron de 5.6, 4.4 y 3.8, respectivamente. Aunque en términos de viajes por residente los promedios de las tres encuestas son parecidos. Los datos anteriores muestran que la movilidad urbana se ha contraído a pesar del aumento del número de habitantes y de la enorme dispersión urbana de la ZMVM y adicionalmente los tiempos promedio de viaje han aumentado de 46 minutos en 1994, a 53 minutos en 2007 y 56 minutos en 2017.

Los resultados de la encuesta O-D 2017 (INEGI, 2018) recogen por primera vez información de los viajes caminando, los que representan casi la tercera parte del total. Además, se presenta información complementaria como: disponibilidad de automóvil, tipo de holograma

de verificación, uso de medios de transporte privado, tiempos promedio de viaje, zonas con mayor movilidad entre sí (alcaldías, municipios y distritos), viajes por distrito y propósito (regreso al hogar, trabajo y escuela), viajes internos y viajes externos, entre otros.

La encuesta señala que caminando se alcanzan un total de 11.15 millones de viajes, que representan casi la tercera parte del total de la ZMVM y su duración promedio es de 13 minutos, la proporción más alta de estos viajes se emplea en ir a la escuela (42.8%), seguida del regreso al hogar (32.8%) y desplazarse a trabajar (12.7%). Los viajes caminando son más numerosos en los municipios conurbados (6.64 millones) que los de la Ciudad de México (4.51 millones).

En cuanto al transporte privado, el O-D 2017 señala que la disponibilidad de automóviles es mayor en la Ciudad de México (83.3%) que en los municipios conurbados (72.0%), mientras que las motocicletas (11.3% frente a 8.3%) y las bicicletas (42.3% frente a 28.0%) tienen mayor disponibilidad en la zona conurbada. Del total de hogares en la ZMVM (5.9 millones), 41 de cada 100 hogares tienen al menos un automóvil, pero la disponibilidad es mayor en los hogares de la Ciudad de México (44.2%) que en los municipios conurbados (38.3%). De los 6.6 millones de viajes en automóvil, 68.3% se realizan en vehículos donde solo va el conductor y el 22.2% con dos personas, el promedio de ocupantes por automóvil es de 1.5 personas. Además, de los 3.05 millones de automóviles disponibles en hogares de la ZMVM, los vehículos con holograma 00 y 0 que pueden circular diariamente fueron en la Ciudad de México 27.5% y 40.1%, respectivamente; mientras que en los municipios conurbados los porcentajes alcanzaron solamente 21.5% y 32.2%, lo que significa que los habitantes de la zona conurbada cuentan con un parque motorizado más deteriorado y envejecido que limita su movilidad en casos de contingencia ambiental.

La cantidad de viajes en transporte público creció 5.1% entre 2007 y 2017, aunque su participación en el total de los viajes de la ZMVM fue muy parecida en ambas encuestas, de 67.5% en la primera y de 66.5% en la segunda. De los diferentes modos de transporte público destacan: los colectivos (74.1%), el metro (28.7%), los taxis (9.5%), el metrobús/mexibús (7.1%) y los autobuses suburbanos (5.8%), cabe aclarar que la suma

excede el cien por ciento porque los usuarios en algunos casos utilizan más de un medio de transporte. En el período de 2007 a 2017, el transporte masivo (metro, autobús, trolebús, metrobús/mexibús y trenes ligero y suburbano) aumentó el número de viajes en 31.3%, sobresale el incremento en términos absolutos de 1.1 millones de viajes que tuvieron en cada caso el metro y las líneas de autobús de tránsito rápido BRT (metrobús y mexibús) y la entrada en operación del tren suburbano con 0.2 millones de viajes, así como la disminución a casi la mitad de los viajes en autobús suburbano, de 1.7 a 0.9 millones de viajes diarios.

La expansión de la mancha urbana hacia la periferia y la falta de infraestructura vial y servicios de transporte adecuados han ocasionado que los habitantes de los municipios conurbados sufran serias limitaciones de movilidad que se reflejan en escasa conectividad, insuficiente accesibilidad, costos más altos de transporte y mayores tiempo de recorrido, que agravan la desigualdad y disminuyen la calidad de vida. Para ejemplificar los anteriores, los resultados de la encuesta O-D 2017 muestran que los viajes de trabajo en los municipios conurbados utilizan más el servicio de colectivos y la bicicleta que los de la Ciudad de México, emplean menos el metro y el automóvil particular y los viajes de más de 2 horas de duración son más del doble en la zona conurbada que en la zona central de la ZMVM.

A nivel distrito (área geográfica mínima de la encuesta) la O-D 2017 destaca los siguientes más importantes como generadores y atractores de viajes: Centro Histórico, Chapultepec-Polanco, Buenavista-Reforma, Del Valle, Condesa, Viveros, Tlalnepantla, Ciudad Universitaria, Industrial Vallejo y Cuajimalpa, los cuales representan un poco más de la quinta parte del total de viajes de la ZMVM. En el contexto geográfico, los resultados de la encuesta señalan las parejas de distritos con más intercambio de viajes entre ellos en la zona central y en la periferia; por ejemplo, sobresalen los enlaces: Cerro del Judío-San Jerónimo, Magdalena Contreras-Padierna y Tulyehualco-Mixquic en el sur de la Ciudad de México; Chicoloapan-Acuilapico y Metro La Paz-Los Reyes en la parte oriental de la ZMVM; por motivos de estudio los alrededores de Ciudad Universitaria, el Instituto Politécnico Nacional y Tecámac; por motivos de trabajo el distrito Chapultepec-Polanco; y, por motivo de compras, social y diversión el Centro Histórico.

## MODELOS PARA LA MOVILIDAD URBANA

El extraordinario proceso de urbanización ocurrido principalmente en el último medio siglo hizo posible el aumento poblacional de muchas ciudades y la metropolización de zonas urbanas adyacentes a ciudades de mayor importancia en términos económicos, sociales y políticos. Además de los fenómenos de expansión urbana, la metropolización implica, en muchos casos, la formación de una estructura interna discontinua y heterogénea, que alterna en la periferia con zonas de densidades débiles y de centralidades secundarias (Hipergeo, 2022). El conjunto de estos procesos conduce a la formación de espacios urbanos cada vez más fragmentados que engendran múltiples retos, como: atender la demanda de vivienda, mejorar el funcionamiento del transporte, satisfacer la provisión de servicios básicos, disminuir las desigualdades económicas y mejorar la contaminación ambiental.

En este contexto, en la década de 1990 se comenzó a desarrollar el modelo urbano basado en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) denominado ciudad inteligente que permitiría enfrentar los enormes desafíos que empezaban a preocupar a las ciudades del mundo, como: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático. No obstante, en los últimos años ha perdido peso el concepto inicial de ciudad inteligente y en su lugar ha ganado relevancia la concepción integral, en que las TIC ejercen un papel instrumental en beneficio de los ciudadanos como elementos centrales, cuya primera evolución consideró los siguientes seis pilares: desarrollo económico, medioambiente, movilidad, sociedad, calidad de vida y gobernanza, para establecer un ranking de ciudades inteligentes (Moreno et al, 2016). En la actualidad existe un buen número de índices que califican el grado de desarrollo de las ciudades en aspectos relacionados con el uso de TIC hacia un enfoque digital o claramente tecnológico, otros amplían los pilares señalados anteriormente para evaluar con mayor amplitud la evolución de las ciudades. Uno de los más completos (IESE, 2019) denominado Índice de Ciudades en Movimiento evalúa en forma individual y global las siguientes nueve dimensiones: economía, capital humano, cohesión social, medio ambiente, gobernanza, planeación urbana, movilidad y transporte, proyección internacional y tecnología.

En el rubro del transporte, adicional a la movilidad inteligente que permite la implementación del modelo urbano de ciudad inteligente, se han desarrollado otras herramientas metodológicas como: el desarrollo orientado al transporte, las ciudades de 15 minutos o la movilidad urbana sustentable. Muchas de estas técnicas coinciden en objetivos, estrategias y acciones para solucionar los problemas de movilidad de los núcleos urbanos de manera eficiente en términos de consumo de energía, mejora ambiental y equidad social.

Movilidad inteligente. Del mismo modo que otras urbes del país, la Ciudad de México ha experimentado un crecimiento desordenado y disperso acompañado de una insuficiente planeación territorial y de movilidad, generando un entorno urbano que limita la calidad de vida de sus habitantes. La movilidad inteligente puede aportar distintas soluciones, como mejorar la eficiencia del transporte público ofreciendo alternativas e información a usuarios en tiempo real, al igual que gestionar el tráfico a través de semaforización inteligente, sistemas automatizados de parquímetros y reducción de los costos logísticos de las empresas, por ejemplo.

La movilidad inteligente se basa en formas innovadoras y sostenibles de proporcionar un medio de transporte para los habitantes de las ciudades, como el desarrollo de sistemas de transporte público y de vehículos basados en combustibles y sistemas de propulsión respetuosos con el medio ambiente, apoyados en avances tecnológicos y en comportamientos proactivos de la ciudadanía (Neirotti et al, 2014).

Construir una movilidad inteligente se logra mediante sistemas tecnológicos que permiten la coordinación e intercambio de información de la infraestructura vial, de los diferentes modos de transporte y del transporte de carga, entre otros. Tales sistemas requieren la generación, control, operación y el acceso a datos masivos (big data) y de forma abierta (open data), mediante cualquier tecnología. Esto a su vez, implica la recolección y análisis de datos de las empresas e instituciones públicas de transporte, que operan en la ciudad y proporciona a cada una información que pueden usar para optimizar el sistema total (ITDP, 2016).

De esta manera, los retos de la movilidad en las ciudades deben abordarse mediante programas a nivel ciudad o área metropolitana que sean capaces de proponer alternativas a la movilidad urbana con una visión global. Los proyectos deben ser organizados en diversos tipos de movilidad que van desde la peatonal a la motorizada, otorgando también especial importancia a la multimodalidad y al transporte de mercancías. La sostenibilidad se convierte también en tema clave de las estrategias inteligentes de movilidad en la ciudad, favoreciendo un enfoque multidimensional que tenga en cuenta factores económicos, sociales y ambientales (Pérez et al, 2015).

Los principales ámbitos de actuación en los que estas medidas se desarrollan en la ciudad inteligente consisten en fomentar: energía limpia en el tráfico y en los estacionamientos, opciones de movilidad ciclista y peatonal, alternativas de movilidad privada motorizada con autos compartidos (car pooling y car sharing) y multimodalidad.

Desarrollo orientado al transporte. La insuficiente regulación urbana ante el excesivo crecimiento poblacional ocasionó que la mancha urbana de la ZMVM aumentara en forma descontrolada hacia las zonas periféricas. Es evidente que el acelerado aumento de la expansión urbana limitó seriamente la provisión de servicios públicos de todo tipo, entre ellos los relacionados con la movilidad de la población.

A pesar de que existen más de doscientos kilómetros de líneas de metro (casi 95% de los trayectos dentro de la Ciudad de México), una línea de tren suburbano, diversas líneas de autobús BRT (Bus Rapid Transit) y servicios de autobuses convencionales, la movilidad urbana en la ZMVM depende en forma mayoritaria del transporte de baja capacidad en microbuses (49.3% de los viajes totales) y del transporte privado en automóvil (28.2% de todos los viajes). La distribución geográfica de estos servicios origina que haya zonas con buena conectividad y accesibilidad a medios de transporte, como el área central de la Ciudad de México, y otras, sobre todo en los municipios conurbados, que dependen del transporte en microbuses y vagonetas o en automóviles, lo que produce una movilidad urbana deficiente, costosa y contaminante, particularmente en zonas de bajos ingresos.

En respuesta a la expansión urbana muchas ciudades del mundo han adoptado el modelo urbano denominado desarrollo orientado al transporte (DOT) para mejorar la movilidad mediante la consolidación de suburbios compactos, de mediana y alta densidad, en torno a medios de transporte público masivo, con la intención de revertir el crecimiento urbano. Los proyectos DOT fortalecen centralidades mediante el desarrollo de espacios urbanos de usos mixtos, donde coinciden actividades residenciales, comerciales, laborales y recreativas (Banco Mundial, 2020).

Con este sistema, la reducción de viajes de larga distancia entre zonas habitacionales y de servicios logra disminuir el uso del automóvil particular, lo que contribuye a mejorar el tráfico vehicular y la contaminación ambiental, impulsando además el transporte activo (caminata, patinete o bicicleta) y el uso del transporte público. Es recomendable que los medios de transporte se ubiquen caminando a 5 o 10 minutos en distancias no mayores a 800 metros de las viviendas y empleos.

El proyecto DOT tiene el potencial de promover el desarrollo económico local, ya que genera empleos y aumenta la actividad de los comercios del área y la creación de nuevos centros de servicios en zonas de alto tránsito y buena conectividad. Además, estos proyectos pueden desencadenar un incremento en el valor del suelo, de las rentas y de los rendimientos inmobiliarios, con el consiguiente aumento de impuestos prediales que permitirían financiar la construcción de obras y mejoras que serán parte del propio proyecto.

La mezcla de usos de suelo debe de ser cuidadosamente armonizada con la función urbana-económica de la zona y con las necesidades de la población que vive y trabaja a su alrededor. También, para que tenga diversidad de población, es importante que contenga oferta de vivienda para distintos niveles de ingreso evitando en lo posible la gentrificación.

Las escalas de un proyecto DOT puede variar desde una ciudad entera, modelo adecuado a urbes pequeñas o medias, hasta al nivel terreno. El nivel de ciudad, involucra políticas integradas de movilidad y planificación, estableciendo el marco regulatorio e incentivos para un desarrollo urbano acompañado de un sistema de transporte que permita una conectividad y accesibilidad de

calidad para quienes la habitan. El nivel corredor, se realiza delimitando a las zonas a distancia no mayor a 10 minutos de caminata en ambos extremos del corredor de transporte. A nivel estación de transporte se delimita a una distancia también no mayor a 10 minutos caminando desde los distintos orígenes. Finalmente, a nivel terreno incluye el diseño de la circulación y las instalaciones de un desarrollo específico.

Respecto a la ZMVM algunos datos indican que el 43% de la población de la Ciudad de México tiene acceso a una estación de transporte masivo a menos de 800 metros de su hogar, pero en los municipios conurbados este porcentaje se reduce al 29%, dada la reducida oferta de transporte masivo en el Estado de México (ITDP, 2013). La implementación de una estrategia DOT en las alcaldías y municipios de la ZMVM ayudaría a asegurar que una mayor parte de la población tenga acceso al transporte público y a obtener los diversos beneficios de este modelo urbano.

Cambio de paradigma del transporte a la movilidad urbana. La configuración actual del sistema de transporte en muchas ciudades ha provocado graves externalidades negativas y gran parte de los problemas de sostenibilidad ambiental, social y energética. A escala global, provoca contaminación atmosférica y el calentamiento del planeta por las emisiones de los vehículos; y, a escala local, las áreas metropolitanas se han conformando por el uso intensivo del vehículo privado, menos eficiente en términos de energía y de efectos sociales perjudiciales. Además, el modelo de transporte basado en el transporte motorizado está asociado a los accidente viales, la contaminación acústica y la congestión urbana (Lizárraga, 2006).

En el pasado reciente los programas de transporte de la Ciudad de México fueron elaborados mediante un enfoque técnico instrumentando estrategias de solución en función de diagnósticos basados en la oferta y demanda de transporte. Sin embargo, con base en las tendencias que favorecen la movilidad y accesibilidad de las personas en lugar del empleo del automóvil y del transporte motorizado de baja capacidad, ahora se han promovido acciones para cambiar el paradigma del transporte en las últimas normativas que ahora se centran en la movilidad urbana que establecen una nueva jerarquía de la movilidad en la Ciudad de México, en donde los actores más vulnerables

tienen la mayor prioridad de circulación, seguida de los ciclistas, el transporte público, el transporte de carga y con la menor prioridad el automóvil particular, en la que se consideran también menores costos externos en términos ambientales, espacio urbano, ruido y energía (Figura 2).

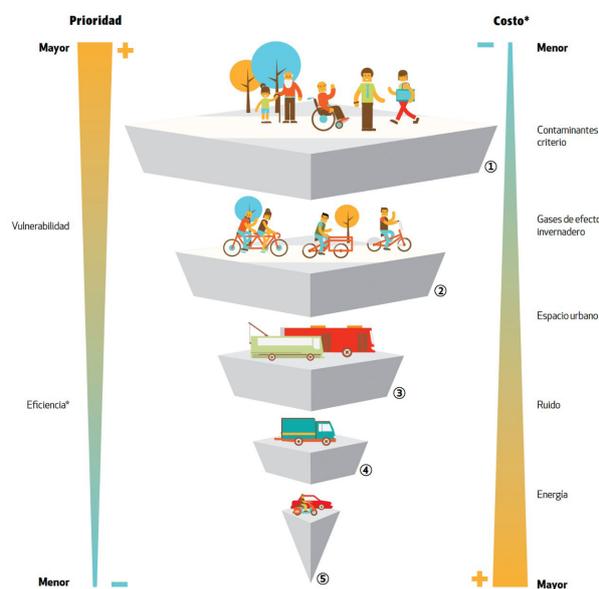


Figura 2. Jerarquía de la movilidad en la Ciudad de México  
Fuente: SEMOVI (2014)

De este modo, en el primer programa de movilidad (SEMOVI, 2014) se establece un giro radical a la forma de plantear las estrategias de solución a la problemática del transporte persistente en la Ciudad de México, en el que se incluyen seis ejes estratégicos: el primero, relacionado con la conformación de un sistema integrado de transporte público para realizar viajes intermodales confiables y eficientes; el segundo, para el fomento de una nueva cultura de movilidad de respeto para compartir la calle y promover hábitos de movilidad más sustentables y saludables; el tercero, referente a la transformación de calles en espacios seguros y accesibles para todos los usuarios, especialmente a los más vulnerables; el cuarto, realizar acciones para hacer una distribución eficiente de mercancías; el quinto, con medidas para reducir la dependencia del uso del automóvil ofreciendo opciones de movilidad inteligente; y el sexto, mediante la adopción del modelo urbano de desarrollo orientado al transporte promoviendo el impulso de vivienda, bienes y servicios alrededor a estaciones de transporte público, mejorando la accesibilidad peatonal y en bicicleta.

Por su parte, el actual programa de movilidad (SEMOVI, 2020) dividido en tres ejes estratégicos que recuperan algunas de las acciones del anterior plan y redireccionan las políticas de transporte de la actual administración. Así, en el primer eje se formulan las estrategias para la integración de los viajes peatonales, de la bicicleta al sistema de movilidad, del sistema de transporte público y de los viajes metropolitanos, así como la reforma integral del transporte público colectivo concesionado, la gestión de los viajes en automóvil y la expansión de la cobertura del transporte masivo. Por su parte, en la instrumentación del segundo eje se pretende mejorar la operación del transporte público en general y el colectivo, la atención ciudadana, el servicio de taxis, el registro de automotores privados y el transporte de carga, también impulsar la innovación y la electromovilidad y renovar la infraestructura vial. Por último, en el tercer eje estratégico se proponen estrategias de protección a los usuarios más vulnerables favoreciendo la seguridad vial de los peatones y ciclistas, cambios de conducta de los usuarios del transporte, especialmente de los automovilistas, y medidas de prevención hacia las mujeres, entre otras.

## PROYECTOS RECIENTES DE TRANSPORTE

*Transporte masivo.* En las dos últimas décadas las autoridades de los distintos niveles de gobierno de la ZMVM han ejecutado diversos proyectos de transporte para satisfacer las necesidades de transporte de los habitantes hasta donde les han permitido los recursos presupuestales, todo ello con base en los datos de movilidad, los estudios específicos y las políticas públicas. Entre ellos, la construcción de una línea de tren suburbano de 27 km y de una línea de metro de 25 km, la implantación del sistema BRT (Bus transit rapid) con siete líneas en la Ciudad de México para una longitud total de 158 km y cuatro líneas en los municipios conurbados de 82 km de longitud total. Asimismo, se cuenta con el servicio de tres líneas de teleférico en las zonas montañosas de la urbe y la introducción de un servicio automatizado de bicicletas públicas en las alcaldías centrales de la Ciudad de México.

Respecto al sistema BRT, en 2022 entraron en operación la ampliación de la línea 1 del Mexibús de Ojo de Agua al aeropuerto internacional Felipe Angeles (AIFA) de 20.4 km, las ampliaciones

en el Metrobús de la línea 3 en 3.6 km, línea 4 en 12.1 km y línea 5 en 4.0 km. Además, el Metrobús puso en funcionamiento nuevas rutas que combinan parte del trayecto de la línea 1 con las líneas 2 y 3 (Metrobús, 2022).

Los gobiernos de la Ciudad de México y del Estado de México se coordinaron para realizar proyectos de transporte entre las alcaldías y municipios donde se presentan los mayores intercambios de viajes, tal es el caso del diseño de tres líneas de trolebús en la zona oriente de la ZMVM. La primer línea con una capacidad diaria de 76 mil pasajeros y recorrido de 7.2 km opera desde octubre de 2022 entre Constitución de 1917 y Acahualtepec, terminal provisional mientras se termina el tramo a la estación Santa Marta para enlazar con la línea A del metro (Sobse, 2022). La segunda línea con una capacidad diaria de 98 mil pasajeros, con trayecto entre Chalco y Santa Marta de 18.4 km de longitud se encuentra en proceso de construcción prevista para iniciar operaciones en 2024, este proyecto se basa en el recorrido propuesto para la línea de tren suburbano sistema 3. La tercer línea de Chalco a Tláhuac de 18.5 km de longitud circulará a través de la Calzada Tláhuac-Chalco y conectará con la terminal Constitución de 1917 de la línea 12 del metro (Limón, 2021).

*Transporte público concesionado (colectivos).* El excesivo crecimiento poblacional y la expansión de la mancha urbana originó la proliferación del transporte colectivo en vehículos de bajas especificaciones, participan con casi la mitad de los viajes totales y tres cuartas partes de los viajes en transporte público que se realizan en la ZMVM. Desde hace más de dos décadas se ha intentado modernizar este servicio con vehículos adecuados para el transporte de pasajeros (capacidad, eficiencia, seguridad y comodidad), con resultados marginales y localizados a ciertas rutas. No obstante, en 2005 se dio un cambio de tendencia fundamental con la introducción de la primera línea de Metrobús, la cual en principio con 80 vehículos articulados sustituyó 262 unidades del transporte concesionado y 90 unidades de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) que operaban en la avenida de Insurgentes a lo largo de 19.4 km (SETRAVI, 2004). Posteriormente, siguieron las otras 6 líneas de Metrobús en la Ciudad de México y 4 líneas de Mexibús en los municipios conurbados que en conjunto atienden ac-

tualmente a un millón seiscientos mil pasajeros al día en 240 km de recorrido, sustituyendo a más de tres mil vehículos del servicio de colectivos.

En este contexto, la política del gobierno de la Ciudad de México intenta desarrollar un sistema integrado de transporte mediante la sustitución de la flota vehicular del servicio de colectivos en tres esquemas jerárquicos: transporte masivo en sistemas BRT, corredores de transporte con autobuses convencionales y transporte en unidades de baja capacidad. El Metrobús fue diseñado con la adaptación de las especificaciones de los sistemas de transporte BRT a las condiciones viales y operativas de la Ciudad de México, de esta forma se constituye un sistema de transporte masivo, con autobuses de bajas emisiones, operación regulada, recaudación centralizada, circulación en carriles exclusivos, infraestructura propia para estaciones y terminales de pasajeros y organización específica para administración, operación y control del sistema.

Los programas de modernización de las flotas y rutas denominados “corredores de transporte público concesionado” es la transición de rutas del modelo hombre-camión a empresas que considera un estudio de movilidad para ajustar la oferta de transporte, sustituyendo el parque vehicular (microbuses) por unidades nuevas de mayor capacidad y mejores estándares de servicio. La primera generación (G1) incluyó especificaciones relacionadas con la imagen e información de la ruta, conductores uniformados y capacitados, paradas definidas con señalización, control de velocidad y de operación, frecuencias de paso y tarifas fijas, en esta fase entre 2009 y 2012 se sustituyeron 1,892 vehículos obsoletos por 867 autobuses nuevos en 10 corredores de transporte con longitud total de 330 km. En la segunda generación (G2) se agregaron a las características del servicio de la generación anterior: unidades con cámaras de seguridad, GPS y equipo de sistema de pago; esta etapa, realizada entre 2014 y 2015, permitió modernizar 3 corredores de transporte mediante la sustitución de 344 vehículos viejos por 207 autobuses nuevos (CTS EMBARQ, 2015).

El programa de modernización ha funcionado de tal forma que a la fecha existen 25 corredores concesionados que operan 96 rutas diferentes con 3,091 paradas de autobús (Moovit, 2022).

Asimismo, hay cuatro corredores de transporte en proceso: División del Norte, Palmitas, Trolebús Eje 8 y Xochimilco, se estima que la presente administración habrá sustituido 5,800 microbuses viejos para finales de 2024 (El Financiero, 2022), que sumados a las dos etapas anteriores representan una sustitución cercana a la tercera parte de la flota de autobuses y microbuses obsoletos que circulaba en 2009. Los recursos para la transformación del transporte público concesionado de la Ciudad de México se canalizan a través del Fideicomiso para el Fondo de Promoción para el Financiamiento del Transporte Público (Fifintra), instrumento gestionado por la Secretaría de Movilidad.

### PROYECTOS DE TRANSPORTE ESTRATÉGICOS

Es evidente que las soluciones de mayor beneficio social, económico y técnico son los proyectos de transporte masivo basados en la tecnología ferroviaria: tren suburbano, metro y tren ligero, sin embargo son demasiado costosas y el tiempo de implantación es largo en comparación con otros medios de transporte. Las autoridades han desperdiciado la oportunidad de crear una columna vertebral de transporte masivo sustentable apoyada en la implementación de la red de trenes suburbanos, ahora sólo se ha respondido de forma coyuntural la extensión del sistema 1 de la estación Lechería al Aeropuerto Internacional Felipe Angeles, cuando hubiera sido más provechoso, en términos de transporte y conectividad regional, ejecutar la línea troncal del sistema 2 de Ecatepec a Naucalpan de 40 km de longitud que recorre zonas con mayor densidad de población que las que atenderá la ampliación al AIFA.

El tramo principal del sistema 2 del tren suburbano de Martín Carrera a Jardines de Morelos de 21.0 km, atraviesa el municipio con mayor población de la ZMVM, que es Ecatepec (1.7 millones de habitantes) y una parte de la alcaldía Gustavo A. Madero (1.2 millones de habitantes), tiene previstas además de las terminales cinco estaciones intermedias: Villa de Ayala, Cardonal, Santa Clara, Américas y Palomas (Figura 3). El recorrido conecta con las líneas 4 y 6 del metro y con las líneas de Mexibús Tecámac- Ciudad Azteca y Coacalco-Las Américas, los estudios indican una demanda diaria de 250 mil pasajeros (SCT, 2008).



Figura 3. Línea de tren suburbano Martín Carrera-Jardines de Morelos  
Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Desde hace más de una década se han planteado algunas propuestas de solución (CTS, 2011; ITDP, 2012) a la problemática de la movilidad metropolitana mediante el empleo de trenes y sistemas BRT considerando los siguientes objetivos: ampliar la cobertura de la red de transporte masivo, descongestionar corredores de transporte, mejorar la conectividad, disminuir los tiempos de viaje, reducir las emisiones contaminantes y promover la transferencia del transporte privado al transporte público. La propuesta de mejoramiento del transporte masivo al año 2024 consideró una red de trenes suburbanos de 125 km de longitud, entre los que se encuentra la línea de tren interurbano México-Toluca de 58 km de longitud, prevista para entrar en operación en 2024 (ITDP, 2014). Cabe mencionar que la ampliación del tren suburbano de Lechería al AIFA de 23 km que está en proceso de construcción no estaba contemplada originalmente en la propuesta. La Tabla 4 recoge los proyectos estratégicos ferroviarios para mejorar la movilidad urbana en la ZMVM en el corto plazo.

La última revisión del plan maestro del metro (STC, 2018) señala también la línea Martín Carrera-Tepexpan de 25.6 km, claramente con trayecto similar a la del tren suburbano con destino en Jardines de Morelos pero de mayor longitud, el modelo de simulación utilizado por el Sistema de Transporte Colectivo (STC) estima una demanda

Tabla 4. Proyectos estratégicos en la ZMVM - Trenes

Trenes	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	Etapas	Plazo
Interurbano México-Toluca	58	230,000	105,000	Construcción	2024
Suburbano Lechería-AIFA	23	120,000	25,000	Construcción	2024
Suburbano Martín Carrera-Ecatepec	21	250,000	25,000	Planeación	2030

Fuente: Elaboración propia con datos de SEDATU (2020) y SCT (2008)

potencial de 420 mil pasajeros diarios, casi 70% más que la del tren suburbano; no obstante, los parámetros de operación, tecnología y número de estaciones son muy diferentes. De igual forma, la simulación del SCT para otras líneas de metro indican la conveniencia de equilibrar la demanda de las líneas más saturadas hacia las de menor demanda, los resultados destacan la necesidad de mejorar la conectividad entre algunas líneas, se proponen en orden jerárquico por el aumento de la afluencia de pasajeros las siguientes ampliaciones: línea B de Buenavista a Colegio Militar, línea 5 de Politécnico a Tlalnepantla, línea 12 de Mixcoac a Observatorio (en proceso de construcción) y línea 8 de Garibaldi a La Raza. La Tabla 5 presenta los proyectos de ampliación que se proponen ejecutar en un horizonte de corto y mediano plazo, así como las nuevas líneas de trolebús.

La última revisión del plan maestro del metro (STC, 2018) señala también la línea Martín Carrera-Tepexpan de 25.6 km, claramente con trayecto similar a la del tren suburbano con destino en Jardines de Morelos pero de mayor longitud, el modelo de simulación utilizado por el Sistema de Transporte Colectivo (STC) estima una demanda potencial de 420 mil pasajeros diarios, casi 70% más que la del tren suburbano; no obstante, los parámetros de operación, tecnología y número de estaciones son muy diferentes. De igual forma, la simulación del SCT para otras líneas de

metro indican la conveniencia de equilibrar la demanda de las líneas más saturadas hacia las de menor demanda, los resultados destacan la necesidad de mejorar la conectividad entre algunas líneas, se proponen en orden jerárquico por el aumento de la afluencia de pasajeros las siguientes ampliaciones: línea B de Buenavista a Colegio Militar, línea 5 de Politécnico a Tlalnepantla, línea 12 de Mixcoac a Observatorio (en proceso de construcción) y línea 8 de Garibaldi a La Raza. La Tabla 5 presenta los proyectos de ampliación que se proponen ejecutar en un horizonte de corto y mediano plazo, así como las nuevas líneas de trolebús.

La propuesta de transporte masivo de trenes por 125 km y líneas BRT con una extensión de 489 km estimaba a 2024 un aumento adicional de 7.5 millones de pasajeros diarios y una cobertura del 40% de la mancha urbana (ITDP, 2014).

De los proyectos BRT propuestos están en funcionamiento las tres líneas del Metrobús: Eje 3 Oriente-Eduardo Molina (28.5 km), Eje 5 Norte-Montevideo (20.0) y Paseo de la Reforma (15.0) y las ampliaciones de las líneas 3, 4 y 5 (19.7 km), así como las tres líneas de Mexibús: Cuautitlán Izcalli-Ecatepec (22.3 km), Chimalhuacán-Pantitlán (18.3) e Indios Verdes-Tecámac (24.8 km).

Lo anterior, supone un avance de 30% con la construcción en un período de 10 años de 7

Tabla 5. Proyectos estratégicos en la ZMVM - Metro y Trolebús

Líneas de Metro	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	Etapas	Plazo
Mixcoac-Observatorio	4.6	65,000	10,000	Construcción	2024
Tacubaya-Observatorio	1.5	12,000	3,000	Planeación	2030
Buenavista-Colegio Militar	2.0	71,000	4,000	Planeación	2030
Politécnico-Tlalnepantla	6.5	150,000	13,000	Planeación	2030
Garibaldi-La Raza	3.2	36,000	6,400	Planeación	2030
Martín Carrera-Villa de Aragón	5.7	52,000	11,400	Planeación	2030
Líneas de Trolebús	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	Etapas	Plazo
Constitución de 1917-Santa Marta	7.2	76,000	3,200	Operación	2022
Chalco-Santa Marta	18.4	98,000	7,500	Construcción	2024
Tlahuac-Chalco	18.5	90,000	7,500	Planeación	2027

Fuente: Elaboración propia con datos de STC (2018), STE (2022) y El Universal (2021)

líneas del sistema BRT por una longitud total de 148.2 km y una capacidad diaria de 700 mil pasajeros. Aunque cabe resaltar que el estudio de nuevas líneas del sistema BRT continúa en la Ciudad de México, como es el caso de los avisos que el Metrobús publicó de las líneas en el Circuito Interior de 46.1 km y en el Periférico de 49.0 km (Metrobús, 2021). Mientras que en los municipios conurbados se anunció la ampliación de la línea 2 de Las Américas al AIFA de 37.0 km, ampliación de la línea 4 de Tecámac al AIFA de 19.6 km y construcción de una nueva línea con ruta de Ciudad Azteca al AICM de 17.0 km (SEDATU, 2020). En la Tabla 6 se recuperan

las líneas del sistema BRT con mayor potencial para mejorar la movilidad urbana en la ZMVM.

Los proyectos de expansión de los diferentes sistemas de transporte masivo como el metro, el tren suburbano, las líneas de autobuses BRT en la Ciudad de México y en los municipios conurbados del Estado de México y las líneas de trolebús permitirán mejorar la movilidad urbana y revertir el reparto modal hacia los medios masivos de transporte, lo que sin duda incidirá en la disminución de los niveles de contaminación y en el aumento de la calidad de vida de los habitantes de la ZMVM.

Tabla 6. Proyectos estratégicos en la ZMVM - Metrobús y Mexibús

Línea de Metrobús	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	Etapa	Plazo
Eje 5 Norte Villa de Aragón-Pantitlán	4	70,000	480	Planeación	2024
Periférico Oriente-Vaqueritos	21	215,000	2,520	Planeación	2027
Eje 5 Sur-Autopista México Puebla	25	211,000	3,000	Planeación	2027
Eje 1 Norte Santo Tomas-Pantitlán	17	245,000	2,040	Planeación	2027
Chapultepec-Puente de Vigas	12	110,000	1,440	Planeación	2030
Eje 1 Oriente Tepito-Xochimilco	22	211,000	2,640	Planeación	2030
Línea de Mexibús	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	Etapa	Plazo
Martín Carrera-Clínica 76	6	70,000	720	Planeación	2024
Lechería-El Rosario	14	171,000	1,680	Planeación	2027
El Rosario-Naucalpan	9	155,000	1,080	Planeación	2027
Naucalpan-Cuatro Caminos	10	148,000	1,200	Planeación	2027
Cuatro Caminos-Cuajimalpa	15	97,000	1,800	Planeación	2030
Atizapán-Río de los Remedios	32	120,000	3,840	Planeación	2030

Fuente: Elaboración propia con datos de ITDP (2014)

La experiencia reciente muestra que la ejecución de los proyectos de transporte requiere resolver los aspectos técnicos, económicos, sociales, ambientales y legales para cada caso en particular. Con respecto a la viabilidad financiera de los proyectos es conveniente determinar en primera instancia el costo total

de los mismos con la mayor precisión posible y definir las fuentes de financiamiento. La inversión total de los proyectos estratégicos de transporte en la ZMVM que se proponen supera los cien mil millones de pesos con una demanda atendida de dos millones y medio de pasajeros diarios (Tabla 7).

Tabla 7. Costo total de proyectos estratégicos de transporte en la ZMVM

Tipo de Proyecto	Longitud (km)	Pasajeros/día	Costo (mdp)	%
Tren Suburbano (1 línea)	21.0	250,000	25,000	24.3%
Trolebús confinado (1 línea)	18.5	90,000	7,500	7.3%
Metro (5 ampliaciones)	23.5	386,000	47,800	46.5%
Metrobus (6 líneas)	101.0	1,062,000	12,120	11.8%
Mexibus (6 líneas)	86.0	761,000	10,320	10.0%
<b>Totales</b>	<b>250.0</b>	<b>2,549,000</b>	<b>102,740</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de STC (2018), STE (2022)

La insuficiencia de recursos financieros ha impedido la expansión de la red de transporte en la ZMVM, especialmente de los medios más costosos como los trenes y el metro. Actualmente, existen políticas que buscan que las externalidades negativas que genera el transporte (contaminación, ruido, congestión y accidentes) sean pagadas por quienes las producen. En este caso, está documentado que los modos de transporte de menor capacidad como el automóvil y la motocicleta tienen un impacto negativo y generan un costo que absorbe toda la sociedad, a pesar de que se utilicen por una minoría de la población (ITDP, 2019).

Existen diferentes mecanismos para cubrir las cuantiosas inversiones de los proyectos de transporte asociados a los modos que producen las externalidades negativas, como: cargos por con-

gestión vehicular, parquímetros o tenencia. Los cargos por congestión para entrar a las zonas centrales de algunas ciudades se comenzaron a aplicar a principios del presente siglo para restringir la circulación vehicular y disminuir la contaminación, pero ahora en Europa se han establecido regulaciones para zonas de bajas emisiones en las ciudades donde sólo se permite el acceso a vehículos que cumplen requisitos ambientales más estrictos que en la periferia (UE, 2022).

En nuestro país la tenencia por el uso de vehículos se comenzó a cobrar en la década de 1960 a nivel federal, pero cambios a la legislación fiscal promovidos en 2012 dejaron a cada estado la forma de gravar este impuesto, que varía notablemente de una entidad a otra, mientras que el uso de parquímetros está muy extendido en

muchas ciudades del país como una fuente de ingresos municipales y para inhibir la circulación de automóviles en ciertas zonas urbanas.

Algunos estudios (Evalúa, 2020; Indetec, 2020) indican que el impuesto sobre la tenencia o uso de vehículos (ISTUV) permitiría disminuir la dependencia de los estados del presupuesto federal y ayudaría a enfrentar las carencias que tienen en materia de salud, educación e infraestructura, entre otros. En el ámbito de revertir la externalidades negativas que produce la circulación de automóviles en las zonas urbanas, la tenencia se presenta como la fuente más conveniente de recursos para fondar proyectos de transporte sustentable.

La derogación de la tenencia federal a partir de 2012 dejó la vía abierta para que los estados gravaran en forma libre la tenencia vehicular, desde entonces existen al menos cuatro formas diferentes de cobrar este impuesto en el país. La Ciudad de

México y el Estado de México subsidian la tenencia hasta un tope del valor del vehículo cobrando un refrendo generalizado con independencia del subsidio, esto ocasionó que los ingresos históricos de la tenencia disminuyeran a partir de ese año.

En un estudio (Evalúa, 2020) se propone aplicar el mecanismo original sin subsidios de ninguna especie y cobrando una menor cantidad por el refrendo vehicular, en la metodología se asume que si un estado logró recaudar un cierto nivel de impuestos por vehículo en el pasado, puede volver a cobrar esa proporción en la actualidad. Los resultados del estudio arrojan un factor de 2.70 de los ingresos potenciales respecto a los ingresos actuales para la Ciudad de México y un factor de 1.34 para el Estado de México. La Tabla 8 presenta los ingresos reales por tenencia de los últimos 6 años para ambas entidades, el potencial de ingresos gravando la tenencia sin subsidio y el aumento de ingresos que se tendría aplicando este mecanismo.

Tabla 8. Potencial recaudatorio de la tenencia (millones de pesos)

Año	Ciudad de México			Estado de México			Aumento de ingresos Total
	Ingresos por tenencia	Potencial de ingresos	Aumento de ingresos	Ingresos por tenencia	Potencial de ingresos	Aumento de ingresos	
2018	5,211.9	14,057.6	8,845.7	7,257.3	9,710.2	2,452.9	11,298.6
2019	5,312.4	14,328.7	9,016.3	7,441.7	9,956.9	2,515.2	11,531.5
2020	4,890.7	13,191.2	8,300.5	8,210.4	10,985.5	2,775.1	11,075.6
2021	4,711.6	12,708.2	7,996.6	7,836.0	10,484.5	2,648.5	10,645.1
2022	4,394.5	11,852.8	7,458.4	8,394.1	11,231.3	2,837.2	10,295.5
2023	4,137.2	11,158.8	7,021.6	8,469.7	11,332.4	2,862.7	9,884.3

Fuente: Elaboración propia con datos de Evalúa (2020), SAF (2022) y GEM (2022)

En caso de emplearse este mecanismo de financiamiento para ejecutar los proyectos estratégicos de transporte de la ZMVM se tendrían en promedio cerca de 11 mil millones de pesos solamente aplicando el aumento de ingresos, pero si se usan todos los recursos del potencial de ingresos por tenencia se obtendría casi 24 mil

millones de pesos anualmente, recursos suficiente para realizar el plan estratégico de transporte al año 2030.

Finalmente, los ingresos por concepto del estacionamiento en la vía pública de la Ciudad de México son realmente pequeños en compara-

ción con los de la tenencia vehicular (alrededor del 1%), el cobro se aplica apenas en 13 polígonos que representan menos del 10% de las zonas donde existe viabilidad para su colocación, principalmente dentro del perímetro del Circuito Interior y en áreas comerciales con alta afluencia de automóviles como Santa Fe y Lindavista (Tabla 9).

Los recursos obtenidos por el estacionamiento en la vía pública pueden canalizarse al desarrollo de las zonas en donde se ubiquen los parquímetros y al mejoramiento urbano de acuerdo con los parámetros del Desarrollo Orientado al Transporte en estaciones, avenidas primarias, ciclovías y parques.

Tabla 9. Ingresos por estacionamiento en vía pública - Ciudad de México (millones de pesos)

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ingreso concesionario	64.0	166.9	243.9	345.5	350.6	354.5	447.8	462.0	274.6	379.5	466.3
Pago a CDMX	19.2	50.1	73.2	103.6	105.2	106.4	134.3	138.6	82.4	113.8	139.9

Fuente: Elaboración propia con datos de Ecoparq (2022)

## Conclusiones

En forma similar que muchas urbes del mundo y del país, la zona metropolitana de la Ciudad de México ha experimentado un crecimiento desordenado y disperso acompañado de una insuficiente planeación territorial y de movilidad, generando un entorno urbano que limita la calidad de vida de sus habitantes.

A pesar del aumento poblacional y territorial de la Ciudad de México y su zona conurbada, el número de viajes totales no ha crecido al mismo ritmo, los indicadores de movilidad individual han disminuido en períodos comparables y los tiempos de traslado se han incrementado en todos los casos, particularmente para los habitantes de las zonas periféricas que en alta proporción laboran en la economía informal, por lo que es conveniente disminuir los tiempos de viaje mediante transporte masivo confinado en las áreas de alta demanda.

Es necesario revertir el reparto modal del transporte de la ZMVM, que se caracteriza por una alta participación de vehículos de baja capacidad en colectivos, hacia medios de transporte sustentable como los trenes en sus distintas modalidades, sistemas BRT, líneas de trolebús y teleférico y sistemas automatizados de bicicletas. Sin dejar de reconocer el esfuerzo que se

ha dado en fechas recientes en la dirección correcta con la expansión de las redes de sistemas BRT (Metrobús y Mexibús), una línea de tren interurbano (en proceso de construcción) y líneas de trolebús confinado en el oriente de la zona metropolitana.

Con base en los datos de movilidad urbana, la infraestructura de transporte existente y los sistemas tecnológicos de transporte disponibles, especialistas de distintas disciplinas vinculados al transporte han elaborado planes de movilidad urbana de mediano y largo utilizando principalmente tecnologías de transporte masivo sustentable. En este trabajo se presenta una propuesta que selecciona algunos de estos proyectos que por su impacto en la conectividad y el valor de las inversiones son factibles de realizar en el corto plazo utilizando para su financiamiento el cobro de la tenencia vehicular sin subsidio en la Zona Metropolitana del Valle de México.

## Referencias

1. Banco Mundial (2020), Desarrollo orientado al transporte sustentable – Guía de implementación de proyectos, Argentina
2. Connolly, P., (2009), La pérdida de la movilidad, Ciudades 82, abril-junio de 2009, Red Nacional de Investigación Urbana, Puebla, México

3. CTS Centro de Transporte Sustentable-México (2011), 10 Estrategias de Movilidad para un Estado de México Competitivo, Seguro y Sustentable: Hacia una Red Integrada de Transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México
4. CTS Embarq, (2015), Proyecto de transformación del transporte público concesionado.
5. Demographia, (2021), Demographia World Urban Areas 17th Annual Edition, June 2021
6. Ecoparq, (2022), Ingresos del sistema de parquímetros, consultado el 15 de noviembre de 2022 <https://www.ecoparq.cdmx.gob.mx/ingresos/historico-2012-febrero-2022>
7. El Financiero, (2022), Adiós a los micros en estos 4 corredores de CDMX, 7 de junio de 2022
8. El Universal, (2021), Alistan dos tramos de trolebús entre CDMX y Edomex, 20 de julio de 2021
9. Gobierno del Estado de México, (2022), Legislación del Edo. de México. consultado el 13 de diciembre de 2022 <https://legislacion.edomex.gob.mx/node/32992>
10. Instituto para el Desarrollo Técnico de las Haciendas Públicas – INDETEC, (2020), Impuesto sobre tenencia o uso de vehículos: antecedentes, situación actual y reflexiones, México
11. Instituto de Estudios Superiores de la Empresa – Universidad de Navarra, (2019), Cities in motion index 2019, España.
12. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo - ITDP, (2012), Transporte Público Masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México, México
13. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo - ITDP, (2013), Desarrollo orientado al transporte – Regenerar las ciudades mexicanas para mejorar la movilidad, México
14. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo - ITDP, (2014), Proyecciones de demanda de transporte público masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México al 2024.
15. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo - ITDP, (2016), Movilidad Inteligente, México
16. Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo - ITDP, (2019), Externalidades negativas asociadas al transporte terrestre en México, México
17. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2021), Censo de población y vivienda 2020, México
18. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2008), Encuesta origen-destino en hogares de la zona metropolitana del Valle de México 2007, México
19. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2018), Encuesta origen-destino en hogares de la zona metropolitana del Valle de México 2017, México
20. Hypergeo (2022), Enciclopedia electrónica de geografía, consultado el 24 de octubre de 2022 <https://hypergeo.eu/metropolizacion/?lang=es>
21. Limón, L, (2021), Ciudades inteligentes: el poder de la innovación y las alianzas estratégicas para una infraestructura de movilidad segura y sostenible. Diálogos 2021 de la Asociación Nacional de Seguridad Vial, 31 de agosto, México
22. Lizárraga, c., (2006), Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI, Economía, Sociedad y Territorio, vol. VI, no. 22, 2006, pp. 283-321
23. Metrobús de la Ciudad de México (2021), Licitación pública nacional-Anexos técnicos LPN 03 y 04/2021
24. Metrobús de la Ciudad de México (2022), consultado el 31 de octubre de 2022 <https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/>
25. México Evalúa, (2020), Ingresos vehiculares y tenencia: hacia el fortalecimiento de la independencia fiscal local, México
26. Moovitapp, (2022), consultado el 15 de noviembre de 2021 [https://moovitapp.com/index/es-419/transporte\\_p%C3%ABAblico-lines-Ciudad\\_de\\_Mexico-822-3533746](https://moovitapp.com/index/es-419/transporte_p%C3%ABAblico-lines-Ciudad_de_Mexico-822-3533746)
27. Moreno, C., Baucells, N. y Arce, R.M., (2016), Smart mobility in smart cities, XII Congreso de Ingeniería de Transporte, Universidad Politécnica de Valencia, 2016
28. Neirotti, P., De Marco, A., Corinna, A., Mangano, G. and Scorrano, F., (2014), Current trends in Smart City initiatives: Some stylized facts, Cities, No. 38, pp. 25-36, 2014
29. Pérez, F., Velázquez, G., Fernández, V. y Dorao, J., (2015), Movilidad Inteligente, Economía Industrial, No. 395, pp 111-121, 2015
30. Ramírez, R., (2020), Zona Metropolitana de la Ciudad de México: crecimiento y expansión al 2040, Programa

Universitario de Estudios sobre la Ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México

31. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, (2008), Ferrocarril suburbano del Valle de México-Sistema 2 Jardines de Morelos-Martín Carrera Análisis Costo-Beneficio, México

32. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, (2018), Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015, México

33. Secretaría de Administración y Finanzas de la Ciudad de México, (2022), consultado el 11 de diciembre de 2022 <https://www.finanzas.cdmx.gob.mx/servicios/servicio/proyecto-paquete-economico>

34. Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, (2014), Programa integral de movilidad 2013-2018

35. Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, (2020), Programa integral de movilidad de la Ciudad de México 2019-2024

36. Secretaría de Transportes y Validad, (2004), Declaratoria de necesidad para la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en el corredor "Metrobús" Insurgentes, 12 de noviembre de 2004, México

37. Secretaría de Transportes y Validad, (2010), Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, México

38. Servicio de Obras y Servicios, (2022), Trolebús elevado Constitución de 1917- Acahualtepec.

39. Sistema de Transporte Colectivo (2018), Plan Maestro del Metro 2018-2030, México

40. Unión Europea, (2022), Urban Access Regulations in Europe, consultado el 15 de noviembre de 2022 <https://urbanaccessregulations.eu/>

### **Acerca de los Autores**

El Dr. Luis Rocha Chiu es egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana, cuenta con el grado de Maestría en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México y con el grado de Doctor en Ingeniería de la Construcción por la Universidad Politécnica de Madrid. Tiene una experiencia profesional de más de quince años en construcción y transporte urbano en organismos del sector público y en empresas privadas. Es profesor de tiempo com-

pleto desde 1992 en el Área de Construcción de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

El Mtro. Luis Fernando Casales Hernández egresó como Ingeniero Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. Cuenta con el grado de Maestría en Ciencias en Arquitectura y Urbanismo en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional. Tiene una experiencia de más de 12 años en el campo de la topografía y sistemas de información geográfica aplicados a proyectos de ingeniería civil. En el año 2010 diseñó ocho caminos de acceso a minas en Arequipa, Perú. Actualmente es profesor de tiempo completo en el Área de Construcción de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

El Dr. Víctor Jiménez Argüelles es egresado de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana, cursó estudios de maestría en Ingeniería en Construcción en la Facultad de Ingeniería de la UNAM y cursó sus estudios de doctorado en Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Cataluña. Tiene experiencia profesional en obras de infraestructura entre las que destaca la construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO) en el Distrito Federal. Es especialista en temas relacionados con la Seguridad Laboral en las obras de construcción, así como también en temas relativos a la Administración de la Construcción. Es profesor de tiempo completo en el Área de Construcción en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

La Dra. Aurora Minna Poó Rubio estudió la licenciatura en Arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura. Posteriormente se graduó de la Maestría en Administración de Empresas (MBA) en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, y de la Especialidad en Negocios Internacionales en la misma institución. Estudió el Doctorado en Administración en la Universidad La Salle y tuvo Mención Honorífica en el examen doctoral. Actualmente es profesora investigadora de tiempo completo de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. Tiene experiencia profesional en proyectos arquitectónicos, construcción y administración de obra.



# **Mejora en la Calidad de vida del espacio habitable a partir del diseño del jardín**

MARÍA ELENA SÁNCHEZ ROLDÁN  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
mariaesr@uaeh.edu.mx



## Resumen

La Organización Mundial de la Salud, recomienda que la población deba contar en su entorno cercano con un rango de áreas verdes de 10 a 15 m<sup>2</sup> para considerar su desarrollo saludable con calidad de vida; en México se consideran solo 9 m<sup>2</sup>, lo cual ya indica una reducción del 30%, Constitucionalmente en México: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo. Sin embargo, aunque en el artículo 4to de la Constitución estos enunciados aparecen juntos, la cantidad de superficie construida en vivienda de interés social, se ha reducido por lo que, actualmente, se considera, no vivienda sino pie de casa, además, la cantidad de superficie de áreas verdes también se ha visto reducida en superficie ante una creciente población confinada en las ciudades contemporáneas, la presente propuesta pretende mostrar una alternativa, partiendo de recuperar la importancia del diseño del jardín, que permita a la población contar con la superficie requerida para garantizar su bienestar, así como el compromiso de mantenerla a través del tiempo, contemplando que requiere un plan de manejo viable, que garantice su subsistencia y el cumplimiento de los servicios ecosistémicos que representa.

Palabras clave: Calidad de Vida, Espacio Habitable, Diseño del jardín

## Abstract

*The World Health Organization recommends that the population should have a range of green areas of 10 to 15 m<sup>2</sup> in their immediate surroundings to consider their healthy development with quality of life; in Mexico, only 9 m<sup>2</sup> are considered, which already indicates a 30% reduction. Constitutionally in Mexico: Every person has the right to an adequate environment for their development and well-being. Every family has the right to enjoy dignified and decent housing. The law will establish the necessary instruments and supports to achieve this objective. However, although in article 4 of the Constitution, these statements appear together, the amount of built-up area in social interest housing has been reduced due to what is currently considered not housing*

*but a foot of the house, in addition, the amount of The surface of green areas has also been reduced in the surface due to a growing population confined in contemporary cities, this proposal aims to show an alternative, based on recovering the importance of garden design, which allows the population to have the required surface for guarantee their well-being, as well as the commitment to maintain it over time, contemplating that it requires a viable management plan, which guarantees their subsistence and the fulfillment of the ecosystem services it represents.*

Keywords: Quality of Life, Living Space, Garden Design.

## Introducción

México es uno de los 193 países miembros que participa en la Asamblea General de las Naciones Unidas, mismos que suscribieron la Agenda 2030, aprobada en septiembre de 2015, de la que se derivan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Se pretende que los ODS sirvan como herramientas de planificación y seguimiento para apoyar a los países miembros en su camino hacia un desarrollo sostenido, inclusivo y en armonía con su medio ambiente, a través de establecer políticas públicas e instrumentos que incluyen presupuesto, supervisión y evaluación. En este estudio se destaca el ODS 11 referente a Ciudades y Comunidades Sostenibles con el objetivo de: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; puntualmente en su meta 11.7 se postula que:

De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad. Y en su correspondiente indicador 11.7.1 dice lo siguiente: 11.7.1 Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad.

Cabe aclarar que la Organización Mundial de la Salud, (OMS, fundada el 7 de abril de 1948), se deriva también de la Organización de las Nacio-

nes Unidas, (ONU), que a su vez está subdividida en seis regiones, -México se encuentra en la de las Américas- la función de la OMS es "mejorar la salud de todos en todo el mundo", dentro de las recomendaciones que emite para el logro de mejorar la salud, está la que refiere Escolástico (2015, p.23) que las ciudades dispongan entre 10 y 15 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante en la ciudad, cabe destacar que en la página de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) del Gobierno de México, se hace referencia a 16 m<sup>2</sup> como recomendación de la misma OMS, sin embargo, se reconoce que en las ciudades mexicanas no se alcanzan siquiera los 5 m<sup>2</sup> por habitante, lo cual dista mucho de la recomendación internacional.

Es importante referir que en México la Constitución en su artículo cuarto fracción v dice:

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

Este artículo de la Constitución no describe de manera específica a qué se refiere con un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar; sin embargo, al ser uno de los 193 países miembros

que aprobaron la Agenda 2030 y se comprometieron a mostrar resultados acerca de los 17 ODS, se deberían tomar como modelo las recomendaciones que como país hemos asumido ante el ámbito internacional, lo que obliga a la reflexión, para encontrar estrategias que permitan por medio de la planeación, proponer metas alcanzables para el logro de este, que ya es un derecho, de acuerdo a la Constitución de México, que el Estado debe garantizar a toda persona que habita en este país.

## Desarrollo

### CONFRONTAR LA REALIDAD

Lograr encontrar el equilibrio entre las recomendaciones internacionales, y el diseño de los espacios públicos que habita la población, considerando las áreas verdes, que deberían contar con áreas ajardinadas de buena calidad, que, a su vez, permitan a la naturaleza brindar esos servicios ambientales que la población requiere, es tarea de la sociedad en su conjunto. Se podría decir que los primeros pasos están dados, el tema existe en la Constitución, sin embargo, es necesario desarrollar más las leyes existentes, para clarificar sus alcances, así como las personas morales o físicas, en quienes debe recaer esta responsabilidad para su aplicación, así como la normatividad y plan de manejo a seguir; pues es importante recordar que ya existe el compromiso internacio-

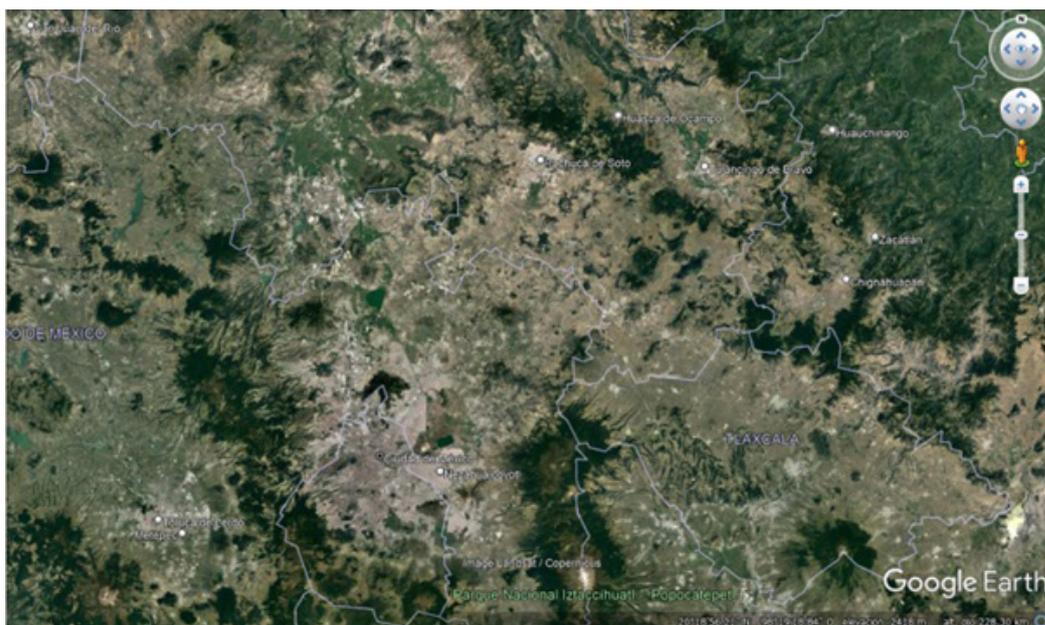


Figura 1. Imagen satelital captada por Google Earth capturada noviembre 2022 se observan zonas urbanas del centro del país, resaltando la Ciudad de México.

nal con fecha y objetivos definidos que, para el logro de una mejor calidad de vida, los países del mundo han firmado, entre ellos México.

En la figura 1 se muestra una imagen satelital captada por el sistema Google Earth, en la que sensiblemente es posible observar el contraste de las zonas no urbanas, que aún conservan territorios naturales, contra las zonas principalmente urbanas, de entre las que destaca la Ciudad de México. Catalogada por la ONU como una de las ciudades mayormente pobladas del mundo con 21'581,000 habitantes (Forbes, 2018); debe ser comprensible que, dada esta gran densidad de población, requiere también de mayor cantidad de servicios ecosistémicos, que proporciona la

naturaleza, por eso, es muy importante buscar un mejor balance entre las zonas urbanas y las naturales.

En la Figura 2 se realiza un acercamiento mayor, para observar el territorio de Ciudad de México, así como el contraste de áreas verdes y con la traza urbana.

Los datos que a continuación se comparten, acerca de la superficie total en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de áreas verdes en CDMX, fueron publicados por SEDEMA (2022) basados en los resultados de INEGI publicados en la Encuesta Intercensal 2015 y en el Inventario de Áreas Verdes Urbanas 2017. Cabe aclarar que, aunque la sumatoria y el pro-



Figura 2. Acercamiento para observar el contraste de zonas verdes y la mancha urbana en la Ciudad de México.

Tabla 1. Superficie de áreas verdes por alcaldía realizada por SEDEMA

Clave	Alcaldía	Habitantes (Año 2015)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie por habitante (m <sup>2</sup> )
2	Azcapotzalco	400,161	3,980,866.70	9.9
3	Coyoacán	608,479	9,157,547.70	15
4	Cuajimalpa de Morelos	199,224	2,048,957.70	10.3
5	Gustavo A. Madero	1,164,477	7,851,619.60	6.7

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Clave	Alcaldía	Habitantes (Año 2015)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie por habitante (m <sup>2</sup> )
6	Iztacalco	390,348	1,944,289.00	5
7	Iztapalapa	1,827,868	9,834,858.60	5.4
8	La Magdalena Contreras	243,886	1,335,114.40	5.5
9	Milpa Alta	137,927	309,724.00	2.2
10	Álvaro Obregón	749,982	4,913,463.70	6.6
11	Tláhuac	361,593	3,054,084.70	8.4
12	Tlalpan	677,104	6,530,744.70	9.6
13	Xochimilco	415,933	2,092,259.60	5
14	Benito Juárez	417,416	929,230.80	2.2
15	Cuauhtémoc	532,553	1,915,961.00	3.6
16	Miguel Hidalgo	364,439	5,607,701.50	15.4
17	Venustiano Carranza	427,263	5,805,150.10	13.6
	TOTAL	8,918,653	67,311,573.80	7.5

medio de áreas verdes por alcaldía, den el valor de 7.54 m<sup>2</sup> per cápita, debe observarse que la densidad de población en cada alcaldía es muy distinta, por lo que la experiencia de los servicios ecosistémicos que se obtiene en Coyoacán (15 m<sup>2</sup>) o en Miguel Hidalgo (15.4 m<sup>2</sup>), no es comparable con la de Benito Juárez (2.2 m<sup>2</sup>). También es importante resaltar que la Tabla 1, solo contempla las alcaldías que componen la Ciudad de México, por lo que no toma en cuenta a los 60 municipios (59 del Estado de México y 1 de Estado de Hidalgo), conurbados que, junto con las 16 alcaldías, conforman la Zona Metropolitana del Valle de México; por lo que se debería realizar una tabla donde se incluyeran todas las zonas, como Ciudad Netzahualcóyotl, por ejemplo, lo cual daría un promedio distinto.

En la Figura 3, se observa la Alcaldía Benito Juárez marcada con un círculo azul, elegida para mostrar

su condición, se consulta el Inventario de Vivienda realizado durante el Censo de INEGI 2020, que informa 431,530 habitantes y 2.2 m<sup>2</sup> de área verde per cápita, y se contrasta con Ciudad Netzahualcóyotl, dado que es un municipio del Estado de México que forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México del que fue posible obtener información reciente, publicada por la página del periódico Eje 19 (12 de agosto de 2020), donde se hace referencia al área verde por habitante, que según esa publicación pasó de 0.5m<sup>2</sup> a 2.16 m<sup>2</sup> per cápita durante el 2020, la página solo indica el parque La Esperanza II, adaptado en un espacio de camellón sobre la Avenida Chimalhuacán; el municipio, de acuerdo con el censo citado tiene una población de 1'063,2012 habitantes, está marcado con rectángulo rojo.

Analizando los datos arrojados por el censo realizado por INEGI en 2020, referido en el rubro de



Figura 3. Alcaldía Benito Juárez zona en azul, es una de las más bajas en áreas verdes de la Tabla 1. El rectángulo rojo representa zona metropolitana que ya no es considerada como CDMX.



Figura 4. Izq. Imagen de Alcaldía Benito Juárez, CDMX.  
Der. Ciudad Nezahualcóyotl, Edo.-Mex.

inventario de vivienda se observa que en la delegación Benito Juárez de CDMX, existen 2,329 manzanas y reporta 198,793 viviendas, lo que indicaría un promedio de 85 viviendas por manzana, lo cual al observar la imagen izquierda de la figura 4 es comprensible, pues se observa la existencia de edificios con varios niveles, lo que en una superficie menor permite una mayor densidad de población, recordemos que ésta alcaldía reportó de acuerdo a la Tabla 1, la cantidad de 2.2 m<sup>2</sup> de área verde por habitante. En contraste podemos observar que, para Ciudad Nezahualcóyotl, el mismo censo marca 5,410 manzanas, con 315,906 viviendas, lo cual indica que en cada manzana en promedio hay 58 lotes y aunque exis-

ten algunos edificios estos son de pocos niveles. Para este municipio la información obtenida acerca de las áreas verdes por habitante oscila entre 0.5 m<sup>2</sup> y 2.16 m<sup>2</sup>.

En la revisión de diferentes páginas que forman parte de las Secretarías del Gobierno de México se observan datos diferentes que se pueden considerar como incongruencias, por ejemplo, la página de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el rubro de Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Conjunto de Indicadores de la ILAC, 4.1.3.1 áreas verdes urbanas per cápita, dice lo siguiente:

Las áreas verdes urbanas, entre las que se pueden incluir bosques urbanos, plazas arboladas y jardines, brindan diversos servicios ambientales a la población, entre los que destacan el mejoramiento de la calidad del aire, la recreación y el mantenimiento de la biodiversidad urbana. Sin embargo, la falta de planeación en el crecimiento de las zonas urbanas pone en riesgo su permanencia y estado de conservación. La Organización Mundial de la Salud recomienda que para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades se proporcionen nueve metros cuadrados de espacio verde por habitante y recomienda que su distribución permita que todos ellos vivan cerca de alguno de estos espacios. El indicador sobre la superficie de áreas verdes urbanas per cápita refleja el acceso que tienen a este tipo de espacios públicos los ciudadanos de algunas zonas urbanas del país.

En el mismo portal, pero en el referente a La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en el rubro de Ciudades Verdes Sustentables se publica:

Es importante que valoremos y consideremos a las áreas verdes como una estrategia para mejorar la calidad de vida en las ciudades. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se requieren de al menos 16m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante para garantizar su bienestar. Actualmente, en las ciudades, se tienen 5m<sup>2</sup>, lo que está muy por debajo de lo recomendado por la OMS.

La variedad de datos que marca la información genera confusión, lo que ha dado pie para que no se considere la importancia de respetar estas recomendaciones, sin embargo, se tendría que comprender que el propósito mayor es garantizar el sano desarrollo y bienestar de la población. Tomando como base la información publicada por SEDEMA en la Tabla 1, se pone de manifiesto que la relación existente entre la densidad de población, la alcaldía o municipio y la superficie verde en la ciudad es muy diversa; las recomendaciones son mayormente atendidas en zonas de mayor plusvalía, y solo dentro de las alcaldías consideradas por la CDMX, aun cuando la ciudad se ha extendido mucho más, a lo que

actualmente se considera Zona Metropolitana del Valle de México, compartida con 59 municipios en el Estado de México y 1 más en el Estado de Hidalgo.

## RESULTADOS

La información y los datos presentados demuestran los vacíos que tenemos en nuestra legislación, pues la Constitución es o debería ser válida en todo México, por lo que debe priorizarse analizar la información que se encuentra disponible en las diferentes páginas oficiales, así como tomar decisiones contundentes aplicables al diseño de espacios ajardinados por habitante, si son 16 m<sup>2</sup> de área verde per cápita los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, y eso se ha acordado como un dato validado por la comunidad internacional, firmada por nuestro país también, entonces en toda ciudad del territorio mexicano debe poder ser validada, ya que no solo se trata de informar un número en una tabla, sino de la calidad de vida, que se ofrece a la población de nuestro país; que no debería disminuir o ser ignorada por estar fuera del límite de una alcaldía a otra, o a otro municipio, pues en el artículo cuarto, fracción v, dice que: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho.

Cabe destacar que los compromisos internacionales de los que se ha hablado tienen fecha cercana, se debe responder tentativamente en el próximo año 2030; el acuerdo está pactado para los 17 ODS, sin embargo, enfocándonos en el número 11, referente a las Ciudades y Comunidades Sostenibles; debemos buscar las estrategias que nos permitan poder garantizar a la población, lo que ya está escrito como un derecho constitucional en México, pero que debe ser llevado a la realidad para poder ser disfrutado. Se debe considerar que en este punto es donde los diferentes sectores de la sociedad debemos intervenir, comprendiendo que las comunidades y las ciudades se componen de grupos de personas, que debemos estar informadas acerca de la relevancia, para nuestra calidad de vida, de la existencia de las áreas verdes que tenemos alrededor, compartiendo la responsabilidad de incrementar el número de metros cuadrados destinados a espacios realmente verdes -no pintados, no de materiales de color verde, no de vegetación plás-

tica o de otros materiales sintéticos- los espacios naturales con vegetación real, árboles y cuerpos de agua, son los que verdaderamente ayudan a limpiar el aire que se respira, a absorber la contaminación producida por el tráfico, a reducir el ruido, a mejorar la temperatura, a incrementar la humedad relativa en el ambiente; todos estos factores son los que permiten mejorar una actividad tan vital como RESPIRAR, por lo que para toda persona, debe ser importante participar.

La organización puede y debe partir desde personas civiles interesadas en el tema, con apoyo de su juez de colonia, vecindario, barrio o fraccionamiento; revisando los apoyos existentes en los municipios o alcaldías para este tema, que, por ser un acuerdo internacional, debe tener recursos disponibles, pues forma parte de los informes que se deben emitir periódicamente de los avances de la Agenda 2030. Se deben revisar las posibles áreas para incrementar la superficie, actualmente se cuenta con tecnología para utilizar los muros y las azoteas además de algunos casos donde si es posible considerar los camellones y fragmentos de terrenos en las calles para crear los denominados parque de bolsillo, que, aunque pequeños, poco a poco van sumando metros a las zonas ajardinadas de las ciudades.

La ONU Hábitat durante el año 2017 trabajó realizando consultas con diferentes comités en el mundo para poder desarrollar el documento: El Plan Estratégico "Una mejor calidad de vida para todos en un mundo en proceso de urbanización" para el periodo 2020-2023, que analiza 3 rubros que denomina: 01 Cambios para un mayor impacto, 02 Opciones estratégicas y 03 Nuevas modalidades de trabajo, estas son recomendaciones internacionales, cada país decide si las adopta y la medida en la que las utiliza, son un referente que puede ser muy útil para poder definir nuestra propia agenda en el cumplimiento de nuestros compromisos internacionales.

Se tiene la errónea idea de que las zonas ajardinadas son muy costosas, pues requieren de muchos recursos y cuidados, lo cual no necesariamente debe ser así. El diseño de los jardines en las ciudades debe considerar soluciones que sean óptimas de acuerdo al clima, la altitud, la temperatura y las posibilidades de riego, es preferible utilizar especies endémicas, tanto para la vegetación arbórea (ej.: Encinos, Truenos, Álamos,

Pinos, Fresnos); como para los arbustos, en este rubro la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ha publicado Guías de Campo como apoyo para la toma de decisiones acerca de las especies que son factibles en la Ciudad de México, así como en cada región del país; también es posible considerar huertos urbanos, que le reditúen a la población algún alimento, que les permita percibir de mejor forma el tiempo y recurso que invierten en esos espacios, lo cual no solo beneficia a los que consumen los frutos, sino al entorno que percibe los servicios ecosistémicos de la existencia de estos espacios en la ciudad.

Es importante tomar decisiones asertivas en torno a la vegetación, pues muchas veces se desean especies exóticas, que provienen de otros climas y latitudes, ese tipo de especie sí se vuelve muy costosa, tanto para adquirirla y después para mantenerla, pues hay que darle un cuidado mayor, para su adaptación con éxito en un lugar donde no debería estar. Este ejemplo, aunque parece ilógico es muy común en las ciudades mexicanas, por decisiones tomadas por un gusto mal entendido, que desafortunadamente no son consultadas, pero sí afectan de diferentes formas a la zona, pues se ocupan muchos recursos en ellas, lo que deja fuera la posibilidad de invertir mejor esos recursos en especies endémicas, que podrían cubrir una mayor superficie con mayor beneficio a mayor número de habitantes. Por estas razones la población debe estar atenta y participar de manera activa en sus comunidades, para poder tomar parte en este tipo de acciones.

## **Conclusiones**

Se han mostrado los datos que son publicados tanto en los sistemas de información geográfica (INEGI) como por las autoridades correspondientes a las Secretarías como SEDEMA, que regulan las áreas verdes, en particular de la Ciudad de México, sin embargo, cabe destacar que la legislación es de carácter nacional. De los análisis realizados se pudo comprender la falta de una verdadera regulación en los criterios y recomendaciones, que se deben seguir para dar respuestas contundentes a la población. También se observa que si bien, existen algunas zonas con la superficie correcta, estas son las menos, pues existen muchas más zonas con menor cantidad de áreas verdes, lo cual también indica una falta

de participación de la sociedad, la solución debe provenir de quienes habitamos esos entornos, pues se debe comprender que cada ciudadano es parte de ciudad que habita, y así como se tienen derechos también se deben asumir las responsabilidades de velar por su cumplimiento. Es muy importante no generalizar las cifras, en este caso el dar un promedio de toda la CDMX, nubla la realidad que vive la mayoría de sus habitantes.

Existen ya grupos internacionales trabajando en estrategias para mejorar las condiciones que se viven en torno a los ODS, en particular al 11 referente a las Ciudades y Comunidades Sostenibles, es posible consultarlos a través de sus páginas oficiales y recibir asesorías y apoyos para su gestión y puesta en marcha. Se requiere un compromiso radical de la población, que verdaderamente nos comprometa a participar, a llevar a la realidad esos espacios y a mantenerlos vivos, comprendiendo que, así como cuidamos de nuestra alimentación diaria, de nuestro aseo personal, del cuidado que tenemos por lo que consideramos nuestra propiedad, de igual forma debemos cuidar el aire que respiramos y su calidad. Pareciera que, porque no es común revisar el aire, porque no se ve, y tal vez, se aspira sin poner pensamientos conscientes en cada respiración, no ha generado la alarmante necesidad de cuidarlo, sin embargo, en una ciudad como la CDMX, una de las más grandes en el mundo, con ventajas, e inconvenientes; a mayor número de población, los problemas se incrementan, todos estamos muy ocupados viviendo nuestras propias historias, con muchas actividades para ocuparnos de la calidad del aire que respiramos, sin embargo en el año 2020, la pandemia COVID 19 nos enseñó que nuestras vías respiratorias son vitales, desafortunadamente, cobro muchas vidas, no solo en México.

Debemos cambiar, es necesario si de verdad aspiramos a tener calidad de vida en las ciudades de nuestro país, considerando que lo más valioso en estas ciudades, somos los seres vivos que las habitamos y nuestra prioridad debería ser, permitirnos habitar espacios, acordes a nuestra necesidad de estar, respirar y vivir, que necesariamente debe contar con áreas verdes, diseñadas para brindar esos servicios ecosistémicos que nos permitan disfrutar de un medio ambiente sano, para nuestro desarrollo y bienestar, finalmente, así lo dicta nuestra Constitución.

## Bibliografía o Referencias

CONABIO (s.f.) Árboles comunes en la Ciudad de México, Guía de Campo.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [México], 5 febrero 1917, disponible en esta dirección: <https://www.refworld.org/es/docid/57f795a52b.html> [consultado el 6 septiembre 2022]

Escolástico León, C., Lerma Ruíz, J. A., López Llorens, J., & Alías Sánchez, M. L. (2015). Medio Ambiente y Espacios Verdes. Madrid, España.

INEGI (2020) Inventario Nacional de Viviendas 2020, consultado el 20 de septiembre de 2022 en <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/?app=inv>

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

La ONU Hábitat (2020-2023) El Plan Estratégico, "Una mejor calidad de vida para todos en un mundo en proceso de urbanización".

SEDEMA (2022) Inventario de áreas verdes, consultado el 20 de septiembre de 2022 en: <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario-de-areas-verdes>

## Acerca de los Autores

La Dra. Sánchez estudió Arquitectura en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro (1985-1990 con mención honorífica); Maestría en Tecnología Educativa en el Sistema de Universidad Virtual de la UAEH (2010-2012). Doctorado en Diseño, Planificación y Conservación de Paisajes y Jardines en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. (2017-2022). Estancia académica doctoral en la Universidad Federal de Pernambuco, en la ciudad de Recife, Pernambuco, Brasil (mayo-julio, 2019). Actualmente es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en el Área Académica de Ingeniería y Arquitectura, Coordinadora Fundadora de Licenciatura en Arquitectura (2004-2012//2022-), perfil deseable PRODEP, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (NC), Miembro de la Academia Mexicana del Paisaje, de la Asociación Mexicana de Urbanistas y de ICOMOS Mexicano.

# Aprendizaje colaborativo y lenguaje del diseño industrial

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez  
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
sal@correo.azc.uam.mx  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México  
ORCID: 0000-0002-5313-9036

Dr. Jorge Rodríguez Martínez  
Departamento de Procesos y Técnicas de Realización  
rmj@correo.azc.uam.mx  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México  
ORCID: 0000-0001-5013-6326

M. Francisco Javier Gutiérrez Ruíz  
Departamento de Evaluación del Diseño  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

M. Julio A. Muñoz Marañón  
Departamento de Evaluación del Diseño  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

D.I. Haydeé Manuela Becerril Marañón  
Departamento de Procesos  
y Técnicas de Realización  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México

Alumno: Darío García Moran  
Universidad Autónoma Metropolitana  
México



## Resumen

El presente artículo versa sobre un proyecto de investigación (N-572), en desarrollo por parte de académicos investigadores pertenecientes a la licenciatura en diseño industrial de la UAM Azcapotzalco.

Tomando como punto de partida la importancia que posee el correcto uso del lenguaje para la enseñanza y práctica del diseño industrial, se postula como objetivo del proyecto, el desarrollo de un medio didáctico, enmarcado dentro de las tecnologías de la información y la comunicación, que permita aproximar de manera particular los neologismos del diseño industrial, es decir palabras provenientes de otro idioma, y de forma general el lenguaje especializado del diseño que es deseable que conozcan los estudiantes de esta disciplina.

Bajo la perspectiva del aprendizaje colaborativo, se aborda la importancia que tiene la inclusión de estas tecnologías en el desarrollo de material didáctico, fundamentado en las propias experiencias de los profesores y estudiantes involucrados en el proyecto. Se hace una descripción del trabajo desarrollado dentro de esta primera fase. Exhibiendo los resultados logrados hasta el momento. Se concluye sobre la importancia que este tipo de proyectos de investigación tiene para la Universidad y para la comunidad académica de la UAM y externa a esta.

Palabras clave: Diseño industrial, aprendizaje colaborativo, TIC, APP sobre lenguaje especializado de diseño

## Abstract

*This paper is about a research project in development (N-572), by academic researchers belonging to the career of industrial design at the UAM Azcapotzalco. As a starting point, grasping, the importance of the correct use of language for the teaching and practice of industrial design.*

*The objective of the project is the development of an educational medium, framed within the technologies of information and communication, which allows the user, to approach in a particular way to the neologisms of industrial design, and in a general way the specialized language of de-*

*sign that is desirable the students of this discipline should get to know. Under the perspective of collaborative learning, the importance of the inclusion of these technologies in the development of didactic material, based on the experiences of the teachers and students involved in the project, is addressed. A description of the work developed within this first phase is made. Exhibiting the results achieved so far. It concludes on the importance that this type of research projects has for the University and for the academic community of the UAM and external to it.*

*Keywords: Industrial design, collaborative learning, Tics*

## Introducción

Actualmente es factible entrever que el desarrollo de los ambientes académicos ocurra unido profundamente a la evolución que muestran de modo sostenido las tecnologías de la comunicación (TIC). Dicho signo se descubre, más allá del salón de clase, en cada una de las faenas cotidianas que ejecutan los seres humanos, y cuyo uso se acrecentó de manera importante durante la pandemia de Covid-19 sufrida por la humanidad a partir del año 2020.

Las TICs favorecen el acceso inmediato, y asequible, a cualquier tipo de información, y con diversos niveles de indagación, de acuerdo con los intereses del usuario; pudiendo ser desde una búsqueda superficial hasta de gran complejidad. En este orden de ideas, vale la pena señalar que la apropiada práctica didáctica de cualquier disciplina, implica de manera necesaria la reflexión conjunta y el intercambio de información entre los educandos y el cuerpo académico.

No obstante lo anterior, este proceso que bien pudiera parecer sencillo de realizar, en algunas ocasiones no lo es. Debido entre otros aspectos, a la brecha generada en términos de la comunicación, acceso y obtención de información, existente entre los docentes y los alumnos. Sin lugar a dudas, este suceso motiva a reflexionar sobre el impacto social que las TIC tienen, al generar diferencias en las oportunidades de desarrollo de las diferentes comunidades a nivel mundial.

Bajo estos preceptos, resulta conveniente señalar que los medios y las formas tradicionales para

acceder al conocimiento, y generar el propio, pueden ocasionar fastidio rápidamente, o a resultarles improcedentes, e incluso intrascendentes, lo cual impacta, como es de suponerse, de manera negativa en el desarrollo profesionalizante que se pretende lograr en ellos<sup>1</sup>.

Radica entonces en los miembros de la comunidad académica, docentes y alumnos, concebir nuevos causes que dicten las formas, contenidos y medios del aprendizaje para el presente y futuro inmediatos de la Licenciatura en Diseño Industrial<sup>2</sup>.

Esta propuesta de proximidad entre educandos y educadores, en la configuración de nuevas maneras para acceder al conocimiento y hacerlo propio concuerda con lo planteado por Thackara (2013:117), sobre la orientación que debiera dársele a los procesos educativos en la actualidad:

“Un mejor enfoque del aprendizaje es pensar en él como una ecología de personas y grupos de proyectos, de herramientas y de infraestructuras. Necesitamos pensar en la educación como “un sistema abierto, cuya inteligencia se distribuye y comparte a todos sus participantes”.

Lo anterior permite advertir, que el proceso educativo debe enriquecerse de todos los medios posibles a su alcance, incluidas las TICs, para lograr el objetivo primordial de la formación estudiantil: generar seres humanos con capacidades profesionales y sociales que permitan hacer de este mundo un espacio mejor para todos sus miembros y lograr resolver problemas.

### **Antecedentes del proyecto**

Resulta válido afirmar que para la mayor parte del grupo de académicos a cargo de esta investigación, la temática abordada en el proyecto no es nueva<sup>3</sup>. Dado que este ha sido un tema de interés recurrente trabajado desde hace más de 10 años. En este sentido es conveniente señalar el trabajo elaborado anteriormente por Rodríguez y Gutiérrez en conjunto, tal y como lo refiere el libro: Conceptos clave para la formación del diseñador industrial<sup>4</sup>, La ponencia y artículo titulado: Los neologismos en diseño, un

acercamiento didáctico<sup>5</sup>, y en Anecdotario de diseño. 8 Videos Cortos, cápsulas en YouTube<sup>6</sup>.

De manera similar, el Dr. Segurajáuregui ha publicado diversos artículos sobre el particular: La brecha digital y su influencia en la educación para la sustentabilidad<sup>7</sup>, Diseño mediante la exploración de las funciones del producto<sup>8</sup>, La soledad del objeto<sup>9</sup>, Dimensiones de la función estética en los productos de diseño industrial<sup>10</sup>, y el capítulo de libro: Diseño de material multimedia destinado a la educación

1 Tal y como, atinadamente lo señala Ramírez (2000:46): [...] la búsqueda para que la escuela tenga respuestas en el mundo posmoderno, para el que no fue creada, tendrá que empezar por repensar la escuela en forma distinta, abierta y seductora.

2 Este debiera de ser un proceso continuo en todas las licenciaturas.

3 Los autores, presentaron en mayo de 2018 una ponencia sobre el proyecto de investigación en el 1 er. Coloquio de educación para el diseño en la sociedad 5.0, celebrado en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.

4 Publicado en el año 2012 por la UAM-A, CYAD. ISBN: 978-607-477-626-3

5 La ponencia se presentó en el 10mo Coloquio de Lenguas Extranjeras, UAM-A, CSH, CELEX. El artículo se puede acceder en; [http://lenguas.azc.uam.mx/publicaciones/memorias\\_10\\_coloquio\\_CELEX.pdf](http://lenguas.azc.uam.mx/publicaciones/memorias_10_coloquio_CELEX.pdf).

6 Los videos se puede acceder en las siguientes direcciones electrónicas:

<https://www.youtube.com/watch?v=vxiJK0P-5jJk> Javier Gutierrez

<https://www.youtube.com/watch?v=cPSvkW-beFuM> Luis Carlos Herrera

[https://www.youtube.com/watch?v=0p-J84b5\\_Obw](https://www.youtube.com/watch?v=0p-J84b5_Obw) Jorge Rodríguez

<https://www.youtube.com/watch?v=8BOYn-zwOTAw> Jaime González B.

7 Elaborado en coautoría con el Dr. Francisco Rojas C. Publicado en el año 2008, en el volumen 8, número 29 de la Revista del Centro de Investigación, de la Universidad La Salle.

8 Publicado en la revista Actas de Diseño no 11, año 2011. Universidad de Palermo, Argentina ISSN 1850-2032

9 Publicado en el año de 2015 en MM1. Departamento de Evaluación CyAD, UAM-A. México ISSN 1665-0964

10 Publicado en el año 2015 en el Anuario del Área de Administración y Tecnología para el Diseño, CyAD, UAM-A. México ISSN 2007-7572

11 Publicado en 2016 como capítulo del libro: La Tecnología como instrumento para potenciar el Aprendizaje, Universidad de Castilla la Mancha, España. ISBN 978-1533431110

para la sustentabilidad, en comunidades de alta marginalidad<sup>11</sup>, entre otros.

A lo anterior se suma la colaboración entre la University of Illinois at Chicago (UIC), bajo la dirección del profesor Stephen Melamed, y la UAM en el período invierno/primavera en el año 2018, en dónde estudiantes y académicos de ambas instituciones educativas reflexionaron acerca de las carencias en el uso del lenguaje especializado en el diseño industrial, y propusieron las formas generales en las que se debe de resolver la cuestión.

Los alumnos involucrados por parte de la UIC fueron once alumnos de posgrado de diseño: UIC Postgrade Students, Graduate Design Seminar, DES520. (2018)<sup>12</sup>. Y de parte de la UAM fueron cuatro alumnos<sup>13</sup> de la licenciatura en diseño industrial que realizaron su Servicio Social con esta colaboración binacional.

El acumulado de tareas de investigación presentado, puede considerarse, a partir de las experiencias generadas, tanto positivas como negativas, y del conocimiento adquirido por sus autores en cuanto a los procesos de diseño y a la didáctica de los mismos, como los antecedentes del presente proyecto de investigación que aquí se despliega. Lo cual permite vislumbrar una inquietud del cuerpo académico para lograr cursos didácticos que impliquen los mejores medios y contenidos para cumplimentar los objetivos planteados por las unidades de enseñanza y aprendizaje de la licenciatura en diseño industrial en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.

### **Aprendizaje colaborativo de tipo activo**

Insertada dentro de los preceptos educativos que propone la corriente constructivista, se descubre al aprendizaje colaborativo. Éste imagina a la educación como un proceso de construcción social del conocimiento, pugnando por identificar los diversos enfoques que un determinado problema puede tener para su solución<sup>14</sup>. En consecuencia, el alumno debe tomar por completo la responsabilidad de su formación, obligándose a participar dentro de un ambiente que resulta enriquecedor para él y para aquellos otros miembros del grupo. En estas circunstancias se le está permitiendo

desarrollar la tolerancia en torno a la pericia y diversidad en la elaboración de alternativas en conjunto.

El aprendizaje colaborativo estimula la transformación del alumno tradicional, receptor pasivo y repetitivo de la información, en uno de tipo proactivo, participativo y reflexivo. Rompiendo la rutina de memorizar la información sin comprenderla, abriendo paso al diálogo y a la discusión de las más diversas opciones.

La participación del alumno dentro del proceso de búsqueda, selección y apropiación de la información es fundamental así como el compartir la información con los otros miembros del grupo. El concepto de aprendizaje colaborativo se optimiza al desarrollarse dentro de un ambiente de aprendizaje activo.

Los mandatos didácticos esgrimidos por el aprendizaje colaborativo de tipo activo, deben trascender el aula y los talleres, accediendo a los miembros de la comunidad académica a involucrarse y participar dentro de esquemas más democráticos en la toma de decisiones sobre cómo se debe de enseñar. Escudero (2004:25) apunta sobre el rol que debe de apostar la comunidad universitaria en su desarrollo, lo siguiente:

[...] el papel que la escuela pueda y vaya a jugar va a depender de las opciones y decisiones sociales y propiamente educativas que seamos capaces de pensar y realizar, así como, por supuesto, de las voluntades políticas que logremos concentrar en ese empeño, y hacia los intereses sociales y culturales a que sirvan. Repensar hoy la educación tomando en consideración los signos de nuestro tiempo es una tarea urgente por doquier.

---

12 Trevor Anderson, Nuzhat Arif, Emily Au, Yanis Dimoulis, Alyxandra Douglas, Varun Kamat, Gerry Meyer, Jake Schott, Alexandros Skouras, Christel Tiu y Beini Yang.

13 Diana Valeria González Arteaga, Melina Rocío Ávila Cruz, Luis Emeterio García Morales, Eduardo Jaime Herrera.

14 Por su parte, Wilson (1995:27) define al entorno de aprendizaje constructivista de la siguiente manera: [...] un lugar donde los alumnos deben trabajar juntos, ayudándose unos a otros, usando una variedad de instrumentos y recursos informativos que permitan la búsqueda de los objetivos de aprendizaje y actividades para la solución de problemas.

Es factible suponer entonces, que el aprendizaje activo versa sobre el uso dentro del salón de clase de técnicas que rompan con la monotonía

Tomando como referente las citas anteriores, este proyecto de investigación se ha estructurado en torno a un equipo de trabajo en el cual convergen docentes y alumnos, inmersos en un ambiente empático y cooperativo, y en donde la colaboración de todos sus miembros busca alcanzar los objetivos de investigación proyectados.

### **Objetivo General**

Explorar posibilidades sobre un concepto de comunicación para las distintas redes sociales generadas en la dinámica de Internet, que promueva y facilite a los estudiantes de Diseño el acceso a las investigaciones y publicaciones académicas realizadas por el grupo de investigación, así como por otros grupos.

### **Objetivos específicos**

1. Analizar algunos medios de éxito de las redes sociales, específicamente los códigos y patrones de uso que los jóvenes universitarios tienen cuando acceden a blogs, e-learning, plataformas de video, etc...

2. Concebir, desarrollar y evaluar a detalle el concepto de comunicación más pertinente para la difusión de investigaciones y publicaciones académicas en diseño del grupo.

3. Diseñar una prueba piloto y aplicarla a alumnos y profesores para afinar la propuesta.

4. Detallar, el procedimiento, la normatividad y el manual de aplicación de la estrategia desarrollada, que se aplicará a los futuros productos generados por el grupo de investigación.

### **Preguntas de investigación**

De los objetivos, general y específicos, previamente planteados, surgen a juicio del equipo de investigación, las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo hacer llegar de mejor manera el conocimiento al sector de interés que son los alumnos?

2. ¿Cómo plantear una estrategia de comunicación que sea de interés a las mentes jóvenes de los diseñadores y que facilite el acceso a

las investigaciones y publicaciones académicas realizadas por los profesores-investigadores?

3. ¿Cuáles son los elementos discursivos a ser utilizados?

4. Cuáles deben de ser los elementos gráficos a ser utilizados?

5. ¿Cuál debe de ser la profundidad de indagación que el objeto de diseño permita?

### **Avances del proyecto**

Para dar respuesta a las interrogantes emanadas de los objetivos planteados en el proyecto de investigación, se procedió a efectuar un análisis de las maneras y medios<sup>18</sup> utilizados por los estudiantes de Licenciatura para acceder y apropiarse del conocimiento, lo cual arrojó un dato interesante:

Los jóvenes acceden al aprendizaje de forma que puede no ser lineal o secuencial; a diferencia de las generaciones que les precedieron, en donde se busca la información bajo la creación de estructuras cerradas y sucesivas, de indagación.

Este nuevo horizonte de aprendizaje y apropiación del conocimiento, que se extiende ante el docente de diseño industrial, crea un referente de suma importancia, pues señala que los Millennials inquietan de manera más abierta y "libre", aprovechando los recursos de alta tecnología disponibles en la actualidad. Descartando aquellos que no les funcionan o que carecen de la conectividad por ellos buscada.

En concordancia con lo anterior, Michel (2006: 23) señala sobre las capacidades de aprendizaje del ser humano lo siguiente: [...] los seres humanos somos los únicos capaces de compartir nuestras experiencias de éxito o fracaso, y dirigir consciente y voluntariamente nuestra actividad de aprendizaje, para lograr llegar a las metas que nos hemos propuesto.

Bajo el precepto anterior, se analizaron algunos de los medios más utilizados en las redes sociales, específicamente los códigos y patrones de uso de los estudiantes universitarios. Entre los puntos evaluados destacan: color, estética, uso de personajes, ilustraciones y otros elementos visuales<sup>19</sup>, si

<sup>18</sup> Se revisaron algunas de las opciones digitales más comunes, como el e-learning (MOOCS, cursos en línea, como Duolingo para aprender idiomas), blogs, videos en YouTube, Instagram, Facebook, etc.

se indicaba o no el grado de avance del participante, y si existía retroalimentación. Otros puntos considerados era la facilidad de la interfaz para usarlo y encontrar la información deseada, etc.

Lo anterior ha facilitado vislumbrar la importancia del diseño participativo y la generación de experiencias positivas, tanto para los alumnos involucrados como para los usuarios finales del producto. En correspondencia con lo externado por Morales (2005:78)

Al diseñar tomando en cuenta los conceptos de diseño participativo y diseño de la experiencia, la práctica del diseño adquiere nuevas dimensiones que pueden reducirse a dos objetivos fundamentales: explorar las experiencias de los usuarios que contribuyen a "mejorar" nuestras propuestas de diseño, y diseñar para "mejorar" las experiencias vividas por el usuario a partir de nuestras propuestas.

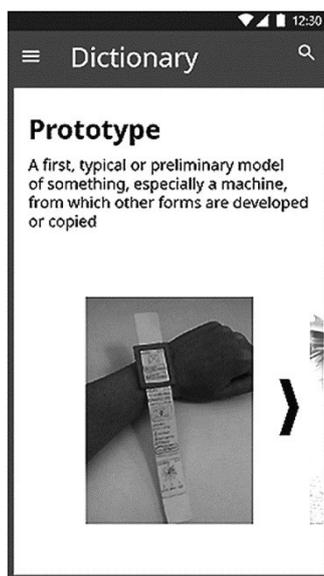


Imagen 1. Maqueta virtual de la App en dónde se muestra la definición básica de un término especializado, como lo es "prototipo" y se incluye una imagen fotográfica para lograr una mayor comprensión del vocablo. (Elaboración propia)

La propuesta se basa en una aplicación (App), en que su diseño, estructura y forma de ofrecer ejemplos se encuentra en proceso de evaluación y validación. Se planea que este proyecto sea de "largo aliento"<sup>20</sup>, ya que lo que se pretende es sembrar la estructura básica de comunicación e información. Se aspira que el proyecto resulte en un producto donde los alumnos puedan navegar y obtener la información que necesitan de fuentes de información confiables mediante el uso de un teléfono inteligente, tablet, laptop o PC. Se busca detallar el procedimiento, la normatividad y el manual de aplicación de la estrategia desarrollada.

En la formación de un diseñador son muchos los temas de los que debe contar por lo menos con la información esencial. Este es el caso de procesos de manufactura, materiales, ergonomía, contabilidad, calidad, mercadotecnia, historia del diseño, etc. Por lo cual se buscará, en el mediano plazo, sumar expertos en las diferentes disciplinas de interés (ver Imagen 1), y se incluirá un sentido

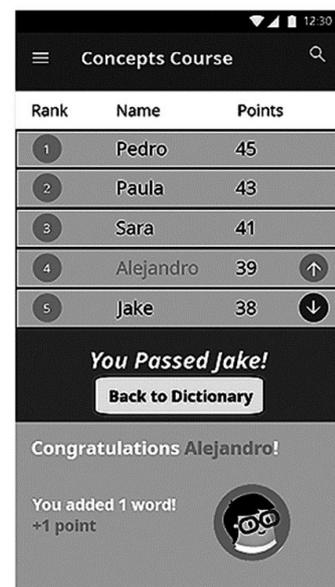


Imagen 2. Maqueta virtual de la sección lúdica de aprendizaje de neologismos a partir de la competencia entre los alumnos que cuentan con la App. (Propuesta colaborativa UAM/UIC 2018)

<sup>19</sup> De acuerdo con Mijksenaar (2001.: 49). La información visual utiliza nuevas formas visuales, prestadas por la fotografía, las películas y, no en menor medida, de las tiras de cómic o ilustraciones técnicas. Piensen, por ejemplo, en los primeros planos, los encuadres, el movimiento sugerido, la perspectiva y la proyección.

<sup>20</sup> Es un proyecto que en la opinión de los investigadores involucrados, debe de ir incrementando sus contenidos de información y elementos lúdicos que refuercen el aprendizaje de manera sostenida.

de competencia entre los participantes por lograr la calificación más alta (Imagen 2).

En el caso de la App también se recurrirá a programadores, para que a partir de una maqueta virtual previamente evaluada, y puntualizando lo que se desea sea capaz de hacer la aplicación, se proceda a su desarrollo. De manera paralela se continúa con la elaboración de los conceptos y ejemplos que se presentarán en la aplicación.

## Resultados

De acuerdo con Mijksenaar (Ibid: 53), será el usuario (cliente) quien tenga la última palabra sobre los atributos y características que busca o desea en un objeto:

Los mejores diseños surgen en la colaboración con clientes críticos que consideran cuidadosamente los argumentos, muchas veces subjetivos, que les ofrecen los diseñadores y que no están dispuestos a dejarse convencer a la primera.

En este orden de ideas, la información obtenida por esta primera encuesta electrónica (2018), le ha otorgado al equipo de la UAM, una visión más clara de los gustos y preferencias de los usuarios. Los cuales paradójicamente resultaron en muchos casos opuestos a lo que se había supuesto (ver Imagen 3). Estos datos marcan posibles linderos a seguir con la elaboración de nuevos planteamientos gráficos a ser utilizados para ejemplificar, guiar, mostrar y jugar dentro de la App.

Un análisis sobre el particular ha permitido vislumbrar que el material académico no debe ser rígido, así como tampoco debe de aglutinar exceso de información, por el contrario debe ser flexible y otorgar la información necesaria con la posibilidad, si el usuario así lo desea, de acrecentarla a voluntad, a partir del acceso no sólo a la información escrita, sino también a videos, ilustraciones, animaciones etc. Por ende, al desarrollarse una plataforma digital, se ha tomado en cuenta que sea el usuario quien determine la cantidad de información a la cual desea acceder de acuerdo con sus intereses particulares. Considerando desarrollar actividades que le permitan retroalimentar los saberes adquiridos, a partir del empleo de elementos lúdicos que hagan patente su avance en



Imagen 3. Maqueta virtual que permite vislumbrar una propuesta para estimular el aprendizaje a partir de la identificación de imágenes y su relación con diversos períodos de la historia del diseño industrial (Propuesta colaborativa UAM/UIC 2018)

el conocimiento y aplicación de los conceptos de diseño esgrimidos en la aplicación.

A razón de los planteamientos expresados con anterioridad, se considera que los criterios adecuados de diseño del material didáctico desde la perspectiva de las TIC, deben no sólo contemplar objetivos generales y específicos en torno a lo que se quiere enseñar a un grupo determinado, sino que además deben de estar delineados tomando en cuenta las características culturales<sup>21</sup> de dicho grupo, es decir, debe de tratarse de un proceso vinculante al individuo y a su entorno inmediato.

La investigación llevada a cabo despunta que el aprendizaje como proceso de comunicación ha de edificarse mediante el ejercicio del diálogo bidireccional, el cual sucede en un ambiente caracterizado por la participación activa, inquisitiva y cuestionadora de los estudiantes (Imagen 4). Un diálogo coherentemente encauzado fomenta el intercambio de ideas, experiencias y soluciones ajeno a cualquier presión externa, a inhibiciones culturales o a tradiciones y proyecciones preconcebidas, facilitando al estudiante el adentrarse y concentrarse de lleno en el proceso de conocer;

<sup>21</sup> Estas características culturales, y la indagación sobre ellas para la elaboración de materiales efectivos, abarcan a todo el espectro que rodea al colectivo de personas que conforman la comunidad académica.

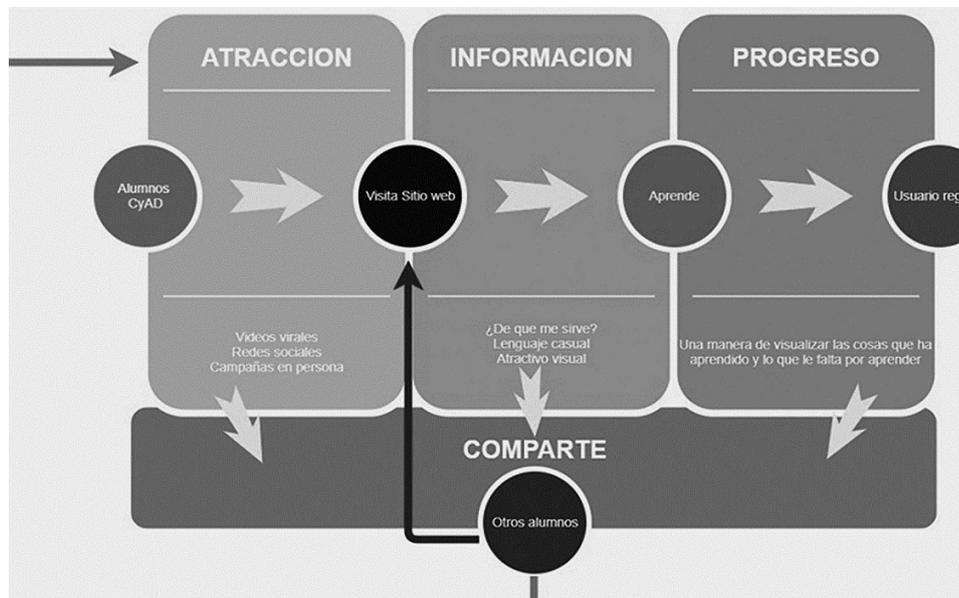


Imagen 4. Esquema del proceso de acceso a la información y por ende al aprendizaje a partir del uso de la App. Presentado por los alumnos en el 1 er. Coloquio de educación para el diseño en la sociedad 5.0, celebrado en mayo de 2018, en la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.

y al docente le permite difundir ampliamente sus propuestas y aportaciones.

Se concibe que las TIC deban de ser herramientas fundamentales en el fomento de éste diálogo.

A partir de lo anterior y en conjunción con la información analizada previamente, resulta factible determinar que en el aprendizaje activo y colaborativo, es posible lograr un agudo nivel de adquisición del conocimiento entre los estudiantes gracias al proceso cognitivo que ocurre durante el aprendizaje, fundamentado primordialmente por el alto nivel de interacción, el diálogo y el aumento de las capacidades conceptuales del individuo.

Los integrantes del grupo, participan a través de sus habilidades en la toma de decisiones, al tiempo que se despierta la motivación de todos los miembros del grupo favoreciendo la productividad.

## Conclusiones

La transformación de los espacios de enseñanza y aprendizaje, trasciende la mera fachada física de las instituciones. El nuevo espacio de educa-

ción para el Siglo XXI es además de físico virtual y por ello permite ser consultada desde cualquier sitio, convirtiéndose éste espacio transitorio cualquiera, en el "aula temporal" desde la cual el estudiante accede a la información requerida.

Esta inmediatez de acceso a la información, que roza los extremos entre aquellas generaciones que van incorporándose a las TIC y las que nacieron con ellas y las dominan a la casi perfección, es una condición fundamental para la generación de material didáctico actualizado tanto en contenidos como en los medios mediante los cuales el alumno podrá utilizarlo.

Se ubican como parte de las conclusiones aquí expuestas dos elementos clave que se a continuación se exponen.

## 1.- EL ESPACIO DEL TRABAJO COLABORATIVO INTERDEPARTAMENTAL

Este proyecto es interdepartamental dado que involucra como líderes del proyecto a profesores investigadores de los departamentos de Procesos y Técnicas de Realización y Evaluación del diseño, ambos pertenecientes a la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.

Situación que reviste gran importancia dado que demuestra que los profesores investigadores de la UAM trabajan de manera más completa cuando toman en cuenta el punto de vista del resto de la academia sin sesgos departamentales.

## **2.- EL ESPACIO DE COLABORACIÓN ALUMNO/PROFESOR**

Resulta interesante señalar, que han sido los alumnos de servicio social involucrados en esta investigación los que han llevado a cabo una indagación profunda, la cual ha permitido llegar a la generación de un elemento de comunicación tangible que da respuesta a las interrogantes de investigación planteadas al inicio de este texto. En donde el papel de los docentes ha tenido dos vertientes; por un lado como guías dentro del proceso y por el otro como aprendices del trabajo desarrollado por los estudiantes, lo que permite reducir la brecha generacional, en cuanto a las estrategias desarrolladas.

Es decir, se han invertido, a momentos, los papeles de cada uno de los integrantes de la investigación. Lo cual ha redituado en una nueva manera de valorar el trabajo que alumnos y docentes pueden llegar a desarrollar cuando se trabaja en un ambiente de aprendizaje colaborativo de tipo activo.

### **Bibliografía o Referencias**

ANUIES (2001). Plan maestro de Educación Superior Abierta y a Distancia. Líneas estratégicas para su desarrollo. México

Bonwell. C, Ch, Eison. A, J. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. Accesado el 3 de diciembre de 2017, de <http://www.ntlf.com/html/lib/bib/91-9dig.htm>  
Coll, C. (2004) Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: Una mirada Constructivista, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona.

Escudero, M. J.M. (2004). La educación, puerta de entrada o de exclusión a la sociedad del conocimiento. En Nuevas tecnologías y educación. Coordinadores Martínez, S. F y Prendes, E. M. Editorial Pearson, Prentice Hall. España.

IIEMD. ¿Qué es Millennial? Accesado el 15 de marzo de 2018 de, <https://iiemd.com/millennial/que-es-millennial>

Michel, G. 2006. Aprende a aprender, guía de autoeducación. Editorial Trillas, México.

Micheli, T. J. (2009). Introducción: Aprendizaje e innovación como claves del desarrollo en la educación virtual. En, Educación Virtual y aprendizaje institucional. La experiencia de una universidad mexicana, Jordy Micheli Thirión (coordinador). Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Mijksenaar, P. 2001. Una Introducción al diseño de la información, Gustavo Gilli, España

Morales, E. 2005. La Metodología en la investigación en diseño. En las rutas del diseño. Ensayos sobre teoría y práctica. Editorial Designio. México

Ramírez, B.T. (2000). Con el gis en la mano, Ediciones Taller Abierto, Universidad Pedagógica Nacional, México, 2da Edición.

Silberman, M. (1996). Active Learning: 101 Strategies to Teach Any Subject. Accesado el 16 de julio de 2017, de [http://schoolweb.missouri.edu/stoutland/elementary/active\\_learning.htm#\(1\)](http://schoolweb.missouri.edu/stoutland/elementary/active_learning.htm#(1))

Thachara, J. 2013. Diseñando para un mundo complejo. Editorial Designio. México.

Wido.org. Industrial design definition. Accesado el 7 de Agosto de 2018, de <http://wdo.org/about/definition/>

WILSON, J, D, (1995): Cómo valorar la calidad de la enseñanza, Ministerio de Educación y Ciencia; Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica.

### **Acerca de los Autores**

**DR. LUCIANO SEGURAJÁUREGUI ÁLVAREZ**  
Diseñador industrial, fotógrafo y artista plástico. Es egresado de la licenciatura en Diseño Industrial por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Maestro en Mercadotecnia y Administración y Doctor en diseño. Actualmente es Profesor de tiempo completo del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización en la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco. Se desempeña como jefe del Área de Administración y Tecnología para el Diseño de esa misma institución educativa. Ha participado como jurado en el Paglione Design Challenge, auspiciado por la Illinois University at Chicago

(UIC) desde el año 2013 hasta 2018. De manera similar, como jurado en el Third International Train Design Competition 2018, en Qingdao, China. Es miembro del comité evaluador del SINAES de la República de Costa Rica. Ha fungido como mentor de equipos interdisciplinarios estudiantiles participantes en el Hult Prize. En el año 2022, ha sido galardonado como uno de los 6 ganadores del Mini-Print internacional de Cadaqués, en Catalunya, España.

#### **DR. JORGE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

El Dr. Rodríguez cursó la licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Posteriormente se graduó como Maestro en Ciencias en Diseño Industrial en el Pratt Institute de Brooklyn, New York. Estudió el Doctorado en Escuela de Administración de la Universidad de Sheffield en el Reino Unido. Actualmente es Profesor de tiempo completo de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, México. Es miembro del SNI desde 2016.

#### **M. FRANCISCO JAVIER GUTIÉRREZ RUÍZ**

Diseñador industrial por la UAM-A. 1er. Lugar en el Concurso Nacional de Diseño PRIMEX (1990). Becario CONACYT (1996) en el Centro de Innovación y Diseño, del IETEC-ITESM, Campus Morelos. Elegido por el Fördern Durch Spielmittel, e.V., para participar en el Fourth, Symposium, Workshop and Exhibition: Toys for Children's Rehabilitation (Stadt Düren, Germany). Coordinó este proyecto en México (UAM-SEP) en 1998. Responsable del Grupo de Investigación en Diseño Industrial DeiGmas de 1999 a 2005. Coordinador y editor responsable de 6 publicaciones de diseño de la UAM, entre ellas: Modelos clave para el diseñador ante los escenarios de cambio (2016) y Conceptos clave para la formación del diseñador industrial (2012), esta última, distinguida por la American Library Association en la FIL Guadalajara (2013). Su interés académico se centra en los modelos conceptuales del diseño en los nuevos escenarios. En lo profesional se desarrolla en el diseño de equipo médico, juguetes y POP.

#### **MDI/MDG JULIO ÁNGEL MUÑOZ MARAÑÓN**

Diseñador Industrial –Mención Honorífica- por la Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Diseño Industrial por el City of Birmingham Polytechnic, Birmingham, Inglaterra.

Maestría en Diseño Gráfico por el City of Birmingham Polytechnic, Birmingham, Inglaterra. Especialización: Artesanía y Diseño en la Sociedad Noruega, Universidad de Oslo, Oslo, Noruega. Doctorando en Diseño y Desarrollo de Productos por la UAM/A.

Cuenta con una amplia experiencia profesional en diseño y desarrollo de productos que van desde la detección de necesidades, conceptualización, hasta su lanzamiento al mercado, tanto a nivel nacional como internacional. Responsable de la gerencia de Aero Display Fittings en la ciudad de Redditch, Inglaterra. Sus propuestas de display y mobiliario punto de venta son utilizados en tiendas departamentales de ciudades como Harrods en Londres, Lewis en Birmingham y exhibidos en el Centro Internacional de Exposiciones de la Ciudad de Amsterdam, Holanda. Establecido en la Ciudad de México, crea su propia empresa donde, hace más de tres décadas ofrece servicios y asesoría de diseño y desarrollo de nuevos productos utilizando procesos de transformación con tecnología de punta.

Se integra a la Universidad Autónoma Metropolitana/ Azcapotzalco en el año de 1984 como profesor investigador impartiendo cátedra tanto a nivel licenciatura como en el Posgrado de Diseño de Productos. Entre otros, ocupa el cargo de Coordinador del Colectivo de Docencia de Diseño Industrial y miembro del Comité de Estudios de la carrera de Diseño Industrial. Participa en proyectos de investigación en el Área de Investigación en Administración y Tecnología para el Diseño.

#### **D.I HAYDEE M. BECERRIL MARAÑÓN**

Diseñadora Industrial por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Desde 2019 ha colaborado en el Área de Administración y Tecnología para el Diseño como ayudante de investigación asistiendo en las UEA's de mercadotecnia, costos y calidad principalmente. Su participación en el área le ha permitido coadyuvar en distintos proyectos de investigación entre los cuales se destacan "Procesos y Procedimientos para la organización de actividades y su comportamiento para la mejora continua en el Área de Administración y Tecnología para el Diseño" y "Visión General y actualizada del Tema de la calidad y el diseño en disciplinas afines". Actualmente cursando los estudios de Maestría en Ciencias Administrativas.



# **Información errónea o fake news en la interpretación musical informada**

Artemisa M. Reyes Gallegos  
Universidad Nacional Autónoma de México  
[artemis.rg@comunidad.unam.mx](mailto:artemis.rg@comunidad.unam.mx)



## Resumen

La circulación de la información y su interpretación, elementos de cohesión social, están en relación con el ritmo de la evolución de las tecnologías y los medios de comunicación y transporte, ya sean físicos vivos o mecánicos, analógicos o digitales. La rapidez y 'facilidad' con que actualmente se elabora y comparte la información, puede generar dudas referentes a su veracidad, calidad e impacto. La contraparte es la información de calidad, basada en estándares de ética y profesionalismo. En años recientes, términos como desinformación, información errónea, fake news y mala información se han viralizado en las redes sociales, produciendo interpretaciones generalmente sin cotejo ni verificación. En la música académica, es importante lograr una interpretación históricamente informada, basada en fuentes originales y, de ser posible, ediciones Urtext. La tendencia por la interpretación musical informada se gestó en el siglo XIX, hoy es centro de la educación del músico profesional. Esta nueva postura representa el germen del concepto de autenticidad, que trata de estudiar cada tipo de música sobre la base de su propio contexto histórico.

Palabras clave: Desinformación, educación, fake news, fuentes originales, históricamente informado, interpretación musical informada, redes sociales, viralización, Urtext.

## Abstract

*The circulation of the information and its interpretation, elements of social cohesion, are related to the rhythm of the evolution and transport, whether they are living physical or mechanical, analog or digital. The speed and "ease" with which information is currently produced and shared can raise doubts regarding its veracity, quality, and impact. The counterpart is quality information, based on standards of ethics and professionalism. In recent years, terms such as disinformation, misinformation, and fake news have gone viral on social media, often producing interpretations without cross-checking or verification. In academic music, it is important to achieve a historically informed interpretation, based on original sources and, if possible, Urtext editions. The trend for informed musical interpretation began in the 19th century, and today it is the center of*

*the education for the professional musician. This new position represents the germ of the concept of authenticity, which tries to study each type of music on the basis of its own historical context.*

*Keywords: Disinformation, education, fake news, original sources, historically informed, informed musical interpretation, social networks, viralization, Urtext.*

## Introducción

### DE LA INFORMACIÓN Y LAS NOTICIAS

La transmisión de la información y de la música ha marchado al ritmo de la evolución de las tecnologías y los medios de comunicación y transporte. Podría decirse que la globalización en el intercambio de ideas ha existido desde la Antigüedad, lo que ha cambiado en el transcurso de los siglos es la velocidad con que los procesos económicos, tecnológicos, políticos, sociales y culturales se reciben e interrelacionan a través de las diversas zonas geográficas. La dispersión de noticias ha permitido tejer un entramado de información común y especializada en todos los ámbitos del quehacer humano.



Imagen 1. Información y música se han difundido al ritmo de la evolución tecnológica y medios de comunicación y transporte.

En los últimos años hemos testimoniado acontecimientos que han permeado prácticamente a todo el planeta, en los que la comunicación y, sobre todo su oportunidad, ha sido clave para la atención de asuntos de seguridad, salud y

<sup>1</sup> Imagen disponible en. <http://santaceciliafm.com.ar/Programacion.htm> (consultada el 2022-10-22).

educación, entre otros. Precisamente, “la innovación tecnológica está transformando fundamentalmente la educación y actualizando las habilidades requeridas para el lugar de trabajo contemporáneo”<sup>2</sup>, a decir verdad, la transformación abarca la comunicación en todos los ámbitos. Con ello el periodismo y las ciencias de la comunicación están bajo la mirilla; no obstante, el que cualquier ciudadano pueda elaborar y compartir noticias, genera dudas respecto a la veracidad, calidad e impacto de lo que se difunde. Desinformación, información errónea, fake news y mala información son términos que se confunden y diluyen la credibilidad de las noticias, particularmente las transmitidas a través de redes sociales.

### [DES - MALA] INFORMACIÓN [ERRÓNEA]

En marco de ideas el concepto ‘información’ puede ser revisado: partiendo, por ejemplo, del Diccionario de uso del español (Moliner, 2002), con dicho término se entiende “acción de informar o dar noticias sobre cualquier cosa // Conjunto de noticias o informes // Conjunto de datos contenidos en un mensaje // Investigación y relato de un suceso, hecho judicialmente”.

En tanto que, cuando el contenido de la información presenta inconsistencias, estamos frente a diferentes usos de la información, a los que sea aplican diferentes calificativos:<sup>3</sup>

- Desinformación se refiere a intentos deliberados (a menudo orquestados) de confundir o manipular a las personas mediante la entrega de información deshonesta que a menudo combina estrategias de comunicaciones que se interceptan y son paralelas, y otra serie de tácticas como piratear o comprometer a las personas
- Información errónea [o misinformation, en inglés] es empleada para referirse a información engañosa creada o diseminada sin intención manipuladora o maliciosa

Ambas representan un dilema para los receptores, no obstante, la primera es definitivamente más peligrosa debido a que está organizada, cuenta con los recursos humanos, infraestructura, presupuesto, es gratuita y está vigorizada por tecnología automatizada para su viralización;

sus proveedores, generalmente la generan para aprovechar la inseguridad o el potencial partidista de los destinatarios.

Tanto la desinformación como la información errónea se encuentran en la contraparte de la información de calidad, que se basa en rigurosos estándares de ética y profesionalismo. Por el contrario, la información débil y la información problemática se caracterizan por no atender las correcciones necesarias a errores constantes, derivan de una investigación insuficiente o comprobación ambigua y dudosa, no presentan pruebas sólidas, se valen del sensacionalismo “para lograr un efecto y la selección hiper-partidista de los hechos a expensas de la imparcialidad”<sup>4</sup>. Con frecuencia en la mala información, débil y de baja calidad, se filtran la desinformación y/o información errónea con las noticias reales y con la intención de que los receptores asuman como verídico todo el contenido avalado por las redes sociales, lo que conlleva lamentables impactos negativos en las creencias y toma de decisiones del público.

### FAKE NEWS O NOTICIAS FALSAS Y POSVERDAD

La conciencia de la falsedad en las noticias no es algo nuevo, pues éstas han existido a lo largo de la historia, lo que ha variado es el alcance que logran en cada vez menor tiempo derivado del uso de la internet y los ‘datos’, podemos hablar incluso de difusión global en cuestión de segundos. El término ‘noticias falsas’ ha tenido varios usos, en ocasiones asociado a ‘medios falsos’. El parteaguas en el empleo de estos términos se sitúa en el 2016, “para desacreditar reportes que no gustan a las personas en el gobierno o con poder”<sup>5</sup> su uso es vulnerable a ser politizado y entrevera la intención de afectar a la industria de noticias y al periodismo; son un problema ante el discernimiento sobre la verosimilitud de una información en particular, se ha estimado que “el público occidental consumirá más noticias falsas que verdaderas y que no habrá suficiente capacidad, ni material ni tecnológica, para eliminarlas”<sup>6</sup>

<sup>2</sup> (Gértrudix-Barrio, 2021, p. 20)

<sup>3</sup> (Berger, 2020, p. 6)

<sup>4</sup> (Berger, 2020, p. 7)

<sup>5</sup> (Wardle & Derekhshan, 2019, p. 54)

<sup>6</sup> (González, 2019, p. 31)

Hace poco menos de una década, el término Fake news era casi desconocido, y no porque no existiera sino porque las falsas noticias no habían alcanzado el rango de sensacionalismo que hoy tienen. Su existencia se registra desde la Antigüedad, así como en la Edad Media y en diversas épocas, se encuentran plasmadas en documentos literarios, notariales, administrativos, eclesiásticos, etc., que eran sujetos a falsificaciones<sup>7</sup>. Tal era el uso y abuso de documentación falsa que en 1681 Jean Mabillon publicó su *De re Diplomatica*, obra que dio origen al estudio crítico de documentos o diplomas antiguos para reconocer los verdaderos de los falsos; actualmente es una ciencia para la historiografía enfocada en la:

“naturaleza jurídico-administrativa, testimonial e historiográfica del documento, [enfocándose mayormente en] los aspectos estructurales, formales y validativos, los paleográficos, históricos, lingüísticos, literarios, [así como en] todos aquellos relativos y emanantes del propio mensaje documental,... variables al tenor de sus contenidos (aspectos de carácter geográfico, social, religioso, económico, judicial, cultural, heráldico...)... analizados y enjuiciados críticamente para dilucidar, la autenticidad del documento”<sup>8</sup>

En la historia contemporánea, un notable ejemplo de noticia falsa fue la emisión radiofónica de Orson Wells en 1938 de la novela *La guerra de los mundos* que consternó a los ciudadanos neoyorkinos y neojerseyitas que escuchaban la transmisión. La capacidad de propagación de las noticias falsas, en cada época, ha derivado de:

“...los soportes existentes en cada época como papiros o pergaminos en la Antigüedad, libros en el Renacimiento, y, desde el siglo XIX, periódicos impresos en masa, sonidos (la radio en la primera mitad del siglo XX), o imágenes (televisión en la segunda mitad del siglo XX). También ha dependido de la evolución de los medios de transporte y de comunicación: animal, mecánico y digital...”

Se tiene referencia de la utilización del término fake news ya en la última década del siglo XX en la programación televisiva de Estados Unidos,

pero su uso se exacerbó durante la contienda por la presidencia entre Donald Trump y Hillary Clinton en 2016; otros notables ejemplos de influencia de noticias falsas fueron el éxito del Brexit en Reino Unido y, en Colombia, el del ‘No’ en el referéndum por la paz. En estos casos los medios alegaron exaltadamente la diseminación de noticias falsas y de su popularidad y viralización. Ello ha producido un creciente incremento de la desconfianza del público “de modo que la verdad no ha sido la única víctima, sino los mensajeros”<sup>9</sup>. En esa fecha los diccionarios en lengua inglesa Collins, Cambridge, Oxford, Macmillan, anunciaron la inclusión de la ‘palabra del año’ refiriéndose a la expresión fake news con las siguientes definiciones respectivamente:

- Si describe información como noticias falsas, quiere decir que es falsa a pesar de que se informa como noticia, por ejemplo, en los medios de comunicación
- Historias falsas que parecen ser noticias, difundidas en Internet o utilizando otros medios, generalmente creadas para influir en las opiniones políticas o como una broma
- Informes falsos de eventos, escritos y leídos en sitios web
- Una historia que se presenta como una noticia genuina pero que en realidad no es cierta y tiene la intención de engañar a la gente

Paralelamente, los medios de comunicación abundaron en el uso del término ‘posverdad’, definido por los diccionarios antes mencionados como la situación en que las personas están menos influenciadas por la información cierta y es más factible que adopten un explicación con base en sus emociones, sentimientos o creencias, ya que la verdad se descuida o se ignora en favor de éstas, se manifiesta cuando una falsedad continúa siendo adoptada a pesar de la consciencia de su falsedad, lo que contribuye tomar decisiones basándose en ella.

Diversos hechos históricos relacionados con las tecnologías de la información y la comunica-

<sup>7</sup> (Salas Abad, 2019, p. 412)

<sup>8</sup> (Piqueras García, 2004, p. 195)

<sup>9</sup> (Piqueras García, 2004, p. 195)

ción han propiciado la difusión de las fake news, como son:<sup>10</sup>

la implantación de internet, la proliferación de teléfonos móviles inteligentes (a partir del lanzamiento del iPhone en 2007), la bajada de los precios de los contenidos, y, sobre todo, la existencia de las redes sociales, nacidas principalmente en 2004 (Facebook), 2006 (Twitter), y 2010 (Instagram), que hacen que esas informaciones vuelen a la velocidad de la luz.



Imagen 2. La evolución de la tecnología ha acelerado y globalizado la información.<sup>11</sup>

## Desarrollo

### LA INFORMACIÓN EN LA INTERPRETACIÓN MUSICAL

De manera similar a como sucede con las noticias en general, en las que se requiere de una fuente para poder denominarse información de calidad, así en la música académica, se requiere de una fuente para una correcta interpretación sonora y artística. En sus orígenes el hacer música se nutrió de la tradición, la intuición, la imitación y la transmisión auditiva del momento, pero éstas, se vieron rebasadas por el incremento de los repertorios, estilos, géneros, formas y complejidades de la interpretación musical por lo que se ha tenido que recurrir a otros medios o fuentes sólidas de valor práctico, de manera que el ejecutante tenga la posibilidad de aprender principios que le sean útiles en diversas circuns-

tancias bajo sus consideraciones personales y no únicamente piezas específicas<sup>12</sup>.

Desde remotos tiempos música y la circulación de las noticias han recorrido la geografía en forma paralela. El canto acompañado de un instrumento o la noticia ritmada y entonada constituyeron un medio por demás eficaz de propagación de los acontecimientos importantes, solemnes, divertidos, etc. En este sentido, podemos mencionar a los juglares y trovadores, músicos y cantores itinerantes, cuya actividad floreció durante la Edad Media, quienes recurrían a la tradición, la intuición y la memoria en busca de guía para hacer música y para transmitir noticias —o para difundir su genio creativo— que en aquellos días era herramientas importantes mas no suficientes<sup>13</sup> para consolidar la tradición, debido a que se producían inevitables variantes de intérprete a intérprete, y aun siendo la misma persona, cada ocasión podía tener diferencias surgidas por el momento o por la 'inspiración'. De la música que ejecutaban aquellos músicos es muy poco lo que se tiene documentado debido a que era mayormente transmitida de manera oral y por ello, su dispersión estaba supeditada a la remembranza, lo que ocasionaba que la música y letra originales se fueran transformando. La reproducción de esa música, basada en nociones intuitivas, hace similitud a lo que sucede con la desinformación o mala información.



Imagen 3. Músicos en una reunión cortesana.<sup>14</sup>

Con el tiempo, la fuente fundamental en la comunicación de la música se cimentó en la notación,

<sup>10</sup> (Salas Abad, 2019, p. 425)

<sup>11</sup> Fotografía autoría de Artemisa Reyes (Archivo personal).

<sup>12</sup> (Lawson & Stowell, 2005, p. 15)

<sup>13</sup> (Rink, 2011, p. 13)

<sup>14</sup> Imagen tomada de Nicolas Bell, 2001. La música en los manuscritos medievales. The British Library. AyN Ediciones. Madrid. p 55.

lo que, ligado al advenimiento de nuevos estilos musicales, llevó a que los criterios de interpretación fueron variando, dado que algunos ponían énfasis en ciertos aspectos técnicos, otros en el apego a la estructura o en la expresividad, algunos más en el respeto a la partitura y los hubo que daban alas a la espontaneidad e improvisación<sup>15</sup>, y, sin embargo, se respetaban cánones específicos dentro de cada estilo. Ya hacia la segunda mitad del siglo XVIII, se habían establecido algunas convenciones en la escritura musical, por lo que era posible acceder a las obras a través de la lectura de ediciones; fue así como la 'música académica' fue tornándose en 'música impresa'.

Es importante mencionar que la publicación y distribución de métodos y tratados sobre el quehacer musical colaboraron y siguen siendo fuentes valiosas para la interpretación y la corrección de errores en ésta en épocas posteriores a su creación.

Dicta un proverbio "más vale una pálida tinta que una brillante memoria", inclusive asintiendo con éste, los textos más puntuales y cuidados sólo proporcionan una guía de la idea elaborada por el creador pues la impronta del intérprete siempre está presente. Tanto mayor era la difusión de las partituras, las indicaciones interpretativas requerían de mayor precisión a fin de evitar la ambigüedad en la lectura. En la transmisión de la música, también la industria y la tecnología significaron grandes cambios, pues apoyados por los medios de transporte tanto físicos como digitales, los soportes pasaron de ser impresos a formatos facsimilares y digitalizaciones y de audio y video.

Con el paso de los años, y los siglos, el repertorio se ha visto inconmensurablemente incrementado por géneros, estilos, técnicas, corrientes, funciones, usos, etc. Ante tal acervo, la visión retrospectiva del siglo XXI necesita un gran acopio de fuentes para una interpretación apegada a los cánones de cada una de estas diferenciaciones. Durante mucho tiempo, incluso destacados virtuosos, interpretaron la música de periodos anteriores aplicando las pautas que les eran contemporáneas, con lo que el resultado eran versiones particulares de las mismas obras. En situaciones tales, la interpretación sobrevaloraba la técnica, el virtuosismo y el 'genio' del intérprete, por sobre la idea de autenticidad.

## FIDELIDAD AL TEXTO ORIGINAL URTEXT Y MODERNIDAD

Al cabo de un largo deambular, la atención empezó a centrarse en la recuperación de la 'música antigua'. La interpretación de la obra de Johan Sebastian Bach, Pasión según San Mateo que Félix Mendelssohn Bartholdy devolvió a la luz en 1829 marcó el inicio de esta nueva tendencia que se vio retroalimentada con ediciones completas de obras de Bach, Haendel y Mozart, con las que se estableció la noción del texto musical definitivo, con base en la lectura de las partituras *Urtext*<sup>16</sup>.

La aceptación de dicha tendencia se asentó durante el siglo XX, aunque subsistió la idea de la música antigua debía ser actualizada en la interpretación. Con las subsecuentes generaciones de músicos sucedió que fue abandonándose tal idea y creándose conciencia histórica, al reconocer que los estilos interpretativos contemporáneos no se adecuaban necesariamente a la música de épocas anteriores.

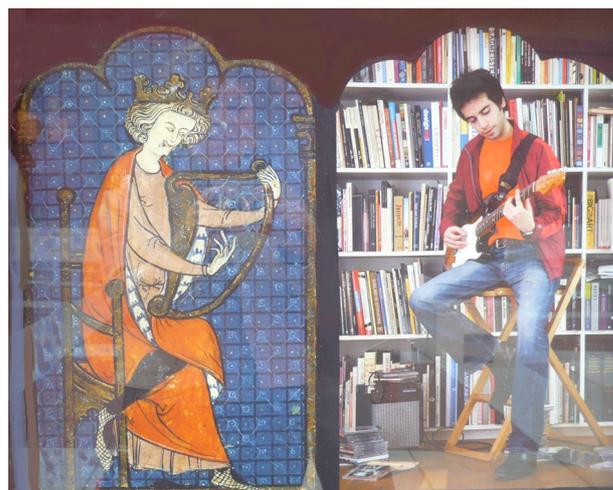


Imagen 4. La interpretación históricamente informada requiere de la investigación y estudio de diversas fuentes históricas<sup>17</sup>.

<sup>15</sup> (Lawson, 2011, p. 25)

<sup>16</sup> *Urtext* o "texto original", se aplica a la edición impresa moderna de música antigua, cuya finalidad es presentar el texto exacto, con la mayor fidelidad posible a la idea del compositor, sin añadir ni cambiar nada. Ur fue una antigua ciudad de Mesopotamia con muy remotos asentamientos urbanos sumerios. En estudios arqueológicos se han preservado tablillas de arcilla con escritura cuneiforme que datan de entre 2500 a 2000 a.c. Entre la escritura que se ha descifrado se haya lo que se conoce como El poema de Gilgamesh, obra que ha sido considerada como la primera obra literaria de la historia. El término *Urtext* hace referencia a esa procedencia original.

De nuevo, las comunicaciones modernas y la tecnología atestiguaron otra revolución en la apreciación de la música de todo el mundo, la “industria de la grabación musical cambió el carácter de la ejecución musical y originó una nueva veneración por la precisión técnica que a su vez introdujo en la sala de concierto”<sup>18</sup> e influyó en la comercialización y difusión de toda la música. Intérpretes e infraestructura debieron adaptarse a situaciones nuevas del *performance* y de difusión, incluso los músicos se vieron enfrentados a los recursos electrónicos y digitales que parecían amenazar el papel de intérprete.

De manera semejante a como los lectores se han adaptado a los subsecuentes soportes y formatos empleados en la transmisión de información, los músicos se han beneficiado de las posibilidades de enriquecimiento de su labor que ofrecen la radio, la televisión, los productos de las industrias culturales tanto analógicos como digitales y que recientemente se han visto grandemente favorecidos con las plataformas, *streaming*, *podcast* y otras posibilidades que brindan las tecnologías digitales y su velocidad de transmisión.

### **LEALTAD AL COMPOSITOR, FIDELIDAD A LA PARTITURA**

La conciencia histórica de la ‘interpretación musical’ en contrabalanza de la ‘inspiración musical’ se había gestado en el siglo XIX; hacia mediados del XX estaba ya suficientemente desarrollada. Cada vez con mayor frecuencia y vehemencia “se afirmaba que toda música debía ser interpretada con los medios de producción que se utilizaban cuando el compositor la ofreció a sus contemporáneos”<sup>19</sup>, situación difícil de lograr en tanto que se han de considerar aspectos como contexto, instrumentos, técnica, escenario y sentido original; no basta la más actual y refinada técnica y los mejores instrumentos, es necesario conocer el situación y la concepción, original, así como las características técnicas y sonoras de instrumentos y recintos —hoy salas de conciertos— sin perder de vista la relevancia de la impronta y la idea del intérprete contemporáneo.

Términos como ‘original’ y ‘auténtico’ están presentes cuando se hace referencia a una reconstrucción, o cuando se trata de información o noticias de carácter histórico en cualquier campo. Así en la música, como resultado de la

reflexión sobre la interpretación ‘auténtica’ de estilos contemporáneos y de otros periodos, se fue forjando la conciencia de que no eran concordantes y que se producían yuxtaposiciones. Hacia 1832 fueron organizados los “conciertos históricos” por François-Joseph Fétis<sup>20</sup> en el Conservatorio de París, en los que se pretendía la ‘auténticidad’ al abordar “la música anterior en términos de su época original en vez de trasplantarla a la actual”<sup>21</sup>.

Asumida la imposibilidad de hacer compatibles las interpretaciones de estilos diversos, fue ineludible reemplazar la terminología referente a “prácticas de desempeño y actitudes que directa o indirectamente se basan en fuentes documentales de la época de la obra para informar para la toma de decisiones interpretativas sobre lo acústico, conceptual”<sup>22</sup>, adoptándose las expresiones ‘históricamente informado’ e ‘históricamente consciente’.

### **INTERPRETACIÓN HISTÓRICAMENTE INFORMADA**

Así, Haskell<sup>23</sup> en 2012 sitúa a finales del siglo XIX el nacimiento del movimiento de interpretación histórica y, por lo tanto, el surgimiento de una conciencia de que el estilo contemporáneo no necesariamente se adapta a periodos anteriores. La nueva postura representó el germen del concepto de autenticidad, que trata de estudiar cada tipo de música sobre la base de su propio contexto histórico y que lleva al desarrollo de la interpretación históricamente informada<sup>24</sup>. Este tipo de interpretación informada, referida a la música de periodos históricos se concibe, en principio, en la generación de información y la teoría fundamentada en fuentes y herramientas metodológicas.

---

<sup>17</sup> Fotografía autoría de Artemisa Reyes (Archivo personal)

<sup>18</sup> (Lawson, 2011, pp. 28-29)

<sup>19</sup> (Lawson, 2011, p. 30)

<sup>20</sup> François Joseph Fétis (1784 - 1871) Compositor, director de orquesta y musicólogo belga. Su fama se debe sobre todo a los textos históricos y teóricos.

<sup>21</sup> (Lawson & Stowell, 2005, p. 18)

<sup>22</sup> Hunter, Mary. 2014. “Historically Informed Performance.”, citado por (Ravasio, 2019, p. 193)

<sup>23</sup> Harry Haskell (1954-) autor, editor y comentarista cultural

<sup>24</sup> (Mateos-Moreno & Alcaraz-Iborra, 2013, p. 233)

En realidad, toda investigación histórica responsable y de calidad se sustenta en fuentes primarias y evidencias de las prácticas estudiadas, las cuales se pueden hallar conservadas en:<sup>25</sup>

autógrafos, borradores y esbozos originales de los compositores, evaluados más tarde en conexión con las ediciones, los materiales [...] fuentes primarias del intérprete [que] van de los tratados instrumentales y teóricos a los instrumentos conservados, la iconografía, los archivos históricos, las referencias en la literatura, las revistas, los artículos de periódicos [...] incluso cartas, diarios, catálogos, anuncios y, en fechas más recientes, las primeras grabaciones.

Las bibliotecas musicales en sus diversas colecciones —partituras, textos, folletería, fotografías registros sonoros y audiovisuales— ofrecen acceso a importantes fuentes primarias y productos investigaciones, que brindan a los intérpretes elementos para abordar críticamente el estudio contextual y técnico basado en diversas fuentes. Los repositorios documentales albergan “una vista retrospectiva a la escritura y edición de la música [que] nos pone ante la extraordinaria variedad de posibilidades que se le plantean al músico a la hora de ‘hacer’ música”<sup>26</sup>.



Imagen 5. Las bibliotecas de música ofrecen gran variedad de fuentes para el estudio de la interpretación informada<sup>27</sup>

A través de los consecutivos periodos de la historia de la música, muchos aspectos han cambiado, entre los principales para le interpretación musical se pueden citar: el contexto socio-cultural, pero también especificidades de la forma y la expresión artística y musical, además de concepciones filosóficas y hasta la situación del mercado y las industrias culturales, de modo que, para

la preparación adecuada de una obra, es importante que el intérprete conozca no únicamente las condiciones que originaron la composición. A principios del siglo XX el violinista Joseph Joachim<sup>28</sup> aseguraba que “las expectativas del compositor con respecto al sonido y la expresión habían entrado en la conciencia de la corriente principal de los intérpretes”<sup>29</sup> No obstante haber sido desarrollada la tendencia de la práctica interpretativa informada, esa misma idea fue controversial entre intérpretes y musicólogos que se oponían al fervor por la ‘autenticidad’ que, finalmente, no se podía lograr de manera íntegra. Aun con las controversias, la interpretación musical informada hoy forma parte de los contenidos programáticos educativos en conservatorios y universidades para la formación académica de los jóvenes músicos.

Empeñarse en lograr una interpretación históricamente informada puede resultar en una labor difícil de concretar, debido a que para lograr un alto grado de autenticidad se requeriría de tener contacto directo el compositor, los intérpretes y el público de atestiguaron las propuestas originales; habría que añadir que la formación académica del músico ha cambiado; los instrumentos tienen características acústicas, potencial técnico, disposición organológica y hasta ergonomía y materiales distintos. La presentación de las interpretaciones son acercamientos que sólo ofrecen “una’ propuesta concreta, resultado de una particular toma de decisiones, para la cual se habrán tenido que desechar opciones muy posiblemente también defendibles y aun plausibles desde el punto de vista histórico”<sup>30</sup>. Una condición más para aproximarse a la autenticidad en la interpretación es contar con los instrumentos originales o, al menos, réplicas de “instrumentos de época” conjuntamente con intérpretes que hayan desarrollado habilidades para una verosímil “actuación de época”<sup>31</sup>, conocimiento de la paleografía y diplomática para la correcta lectura de la notación musical histórica.

<sup>26</sup> (Ezquerro Esteban & Montagut, 2013, p. 170)

<sup>27</sup> Imagen: Archivo personal propiedad de Artemisa Reyes

<sup>28</sup> Joseph Joachim (1831-1907) director de orquesta, violinista, compositor y profesor húngaro.

<sup>29</sup> (Scott, 2014, p. 126)

<sup>30</sup> (Ezquerro Esteban & Montagut, 2013, p. 171)

<sup>31</sup> (Shanks, 2020, p. 146)

Si bien la interpretación 'informada' debe estar fundamentada en la investigación documental musical y perimusical, en referencia a su factibilidad y respecto a cómo pudo ser concebida, originada y producida, no deja de ser una aproximación con un cierto grado de manipulación<sup>32</sup>. La ejecución de obras lejanas a la experiencia de vida del músico, plantea dilemas que ha de resolver con base a criterios de formación, contexto, recursos y demandas del público y los patrocinadores.

En la preparación del repertorio, el músico se enfrenta a tres las disyuntivas generales que resaltan en primera instancia, las originadas por la carencia o ambigüedad de evidencia histórica de la interpretación, el conflicto entre la réplica más cercana posible a lo que se define como 'auténtico' y la interpretación de acuerdo con las preferencias actuales y, la conciliación entre la fidelidad a la idea del compositor y el propio juicio artístico sobre lo que mejor funciona para el público actual, que pueden resumirse en:<sup>33</sup>

- I. Evidencia histórica versus desempeño
- II. Replicación versus re-presentación
- III. Fidelidad versus imaginación

El concierto es el reflejo de un relato construido tanto de la continuidad del pasado como proceso hacia el presente y también del asombro del pasado como diferente del presente.

## Conclusiones

Tanto como la información de calidad requiere de tiempo y esfuerzo para no comprometer la veracidad de su contenido ni emitir ideas distorsionadas, manipuladas o sensacionalistas, la interpretación musical informada requiere de comprender el contexto histórico musical original para presentar al público un acercamiento de lo que, sustentado en la investigación y reflexión crítica, fue el hecho sonoro-musical del contexto original.

La fidelidad a la intención del compositor es una consideración legítima que demanda conocimientos musicales y habilidades de pensamiento crítico para delimitar la obtención de la informa-

ción necesaria, objetiva y trascendente y requiere, además, de la capacidad de evaluación crítica del contenido y sus fuentes para integrar la información que permita una interpretación con la mayor fidelidad posible a la idea original, a pesar de los cambios en las convenciones musicales específicas producidos durante el transcurso de los años.

Otro aspecto que influye en la interpretación musical, además del conocimiento o, por el contrario, la desinformación sobre el contexto, estilo, técnica y concepción del compositor, son las directrices sugeridas por las industrias culturales que en ocasiones privilegian ganancias económicas y para ello emplean herramientas mercadotécnicas, que no siempre se adhieren a la concepción de la interpretación musical informada.

Actualmente, el músico interesado en la interpretación históricamente informada ha de desarrollar habilidades en la alfabetización mediática e informativa que implica seleccionar, evaluar, interpretar y aplicar fuentes musicales a una interpretación. Más todavía, dichas habilidades y la actitud de búsqueda de conocimiento riguroso y profesional han de aplicarse a la interpretación informada de la música actual.



Imagen 6. La interpretación musical informada conjuga continuidad del pasado y asombro del presente.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> (Ezquerro Esteban & Montagut, 2013, p. 171)

<sup>33</sup> (Shanks, 2020, p. 149)

<sup>34</sup> Fotografía autoría de Artemisa Reyes (Archivo personal).

## Bibliografía o Referencias

- Berger, G., 2020. Prólogo. En: C. Ireton & J. Posetti, eds. Periodismo, "noticias falsas" y desinformación. República Dominicana: UNESCO-PIDC, pp. 6-12.
- Ezquerro Esteban, A. & Montagut, M. R., 2013. Del Archivo al concierto: Itinerario para la recuperación teórica y práctica del barroco musical hispánico. *Anuario Musical*, enero-diciembre, Issue 68, pp. 169-202.
- Gértrudix-Barrio, F., 2021. La alfabetización digital en el desarrollo de la competencia científico-tecnológica. En: F. Gértrudix-Barrio & B. Rivas-Rebaque, eds. *Nuevas alfabetizaciones: la competencia científico-tecnológica en el ámbito educativo*. Madrid: Dykinson, pp. 19-25.
- González, M. A., 2019. Fake News: desinformación en la era de la sociedad de la información. *Ámbitos*. Revista Internacional de Comunicación, Issue 45, pp. 29-52.
- Lawson, C., 2011. La interpretación a través de la historia. En: *La interpretación musical*. Madrid: Alianza Música, pp. 19-34.
- Lawson, C. & Stowell, R., 2005. La interpretación histórica de la música. Una introducción. segunda 2009 ed. Madrid: Alianza.
- Mateos-Moreno, D. & Alcaraz-Iborra, M., 2013. Grounded Theory as a methodology to design teaching strategies for historically informed musical performance. *Music Education Research*, 15(2), pp. 231-248.
- Moliner, M., 2002. *Diccionario de uso del español*. Segunda ed. Madrid: Gredos.
- Piqueras García, M. B., 2004. Concepto, método, técnicas y fuentes de la diplomática. En: *Introducción a la Paleografía y la Diplomática General*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Ravasio, M., 2019. Historically Uninformed Views of Historically Informed Performance. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 77(2), pp. 193-205.
- Rink, J., 2011. *La interpretación musical*. Madrid: Alianza Música.
- Salas Abad, C., 2019. La primera fake news de la historia. *Historia y comunicación social*, 24(2), pp. 411-431.
- Scott, R. E., 2014. HIP Librarians: An Introduction to Historically Informed Performance for Music Librarians. *Music Reference Services Quarterly*, Issue 17, pp. 125-141.
- Shanks, J., 2020. Musical performance informed by history and vice versa: how philosophy could help music and history learn from each other. *Rethinking History*, 24(2), pp. 145-168.
- Wardle, C. & Derekhshan, H., 2019. Reflexions sur les "desordres de l'information": formes de mésinformation, désinformation et information malveillante. En: *Journalisme, "fake news" & désinformation*. Manuel pour l'enseignement et la formation en matière de journalisme. s.l.:UNESCO; Fondation Hironnelle, pp. 42-53.

## Acerca de la Autora

Artemisa M. Reyes Gallegos, es doctorada en Musicología (UNAM) y maestra en Humanidades (Universidad Anáhuac). Licenciatura en Instrumentista-Arpa. Además, es Profesora de Educación Primaria (Benemérita Escuela Nacional de Maestros). Entre los cursos de especialidad destacan estudios de libro antiguo y documentación y escritura: paleografía, diplomática y archivística (Universidad Complutense de Madrid); Professional development program in content area teacher training (Universidad de Arizona, Estados Unidos) Promoción y Gestión Cultural (ANUIES-CONACULTA), Semiología musical. Entre sus líneas de investigación figuran patrimonio documental y cultural, interpretación musical informada y temas emergentes de interés mundial como Sustentabilidad en el arte, riesgos del patrimonio cultural ante el cambio climático, transmitidos en publicaciones académicas y de divulgación y foros nacionales e internacionales. Responsable de varios proyectos de investigación y preservación documental. Actualmente es profesora de tiempo completo en el área de Musicología de la Facultad de Música (UNAM) y arpista principal de la Orquesta Sinfónica del Instituto Politécnico Nacional.



# Competencias clave para la gerencia de proyectos de arquitectura y urbanismo desde la experiencia de arquitectas dominicanas

Sheily Peña

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. República Dominicana.  
sheilymarie06@hotmail.com

Ashley Modesto

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. República Dominicana.  
ashleymodesto16@gmail.com

**Coordinación:** Dra. Arq. Leyda Brea Sención

Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. República Dominicana.  
leydabrea@pucmm.edu.do



## Resumen

De la gerencia de proyectos se ocupa una persona con habilidades que le permiten encargarse del control y del desarrollo del proyecto en todas sus fases con eficiencia y eficacia. Además, cuenta con cualidades personales que la distinguen tales como excelente comunicación, constructora de equipos, contribuidora responsable con alto sentido ético.

Con esta investigación se pretende identificar las competencias del/de la Gerente de proyectos y validar las competencias esenciales desde la experiencia de arquitectas dominicanas que ejercen como gerentes de proyectos de arquitectura y urbanismo, consideradas por tanto como expertas.

Se corresponde con el diseño de estudios descriptivos no experimentales. Para recolectar los datos se realizaron entrevistas estructuradas a 22 arquitectas expertas. Como instrumento se utilizó una ficha conteniendo 30 competencias consensuadas tras una revisión de literatura especializada. Se les pidió a las participantes validar estas 30 competencias e indicar, según su experiencia, las competencias que consideraban clave para el éxito de sus proyectos. La información se analizó estadísticamente. Este análisis reveló que las competencias más importantes son liderar, comunicar, trabajar en equipo, gestionar. Las respuestas obtenidas de este reducido grupo motivan agendas formativas para el desarrollo de competencias blandas en profesionales de arquitectura, así como para la realización de estudios en grupos de profesionales más amplios y diversos.

Palabras clave: Gestión de proyectos, Competencias del Project manager, Factores de éxito de proyectos, Gestión de proyectos de Arquitectura y urbanismo, Administración de proyectos.

## Abstract

*Project management is dealt with by a person with skills that allow them to oversee the control and development of the project in all its phases with efficiency and effectiveness. In addition, she has personal qualities that distinguish her such as excellent communication, team builder, responsible contributor with a high ethical sense.*

*This research aims to identify the competencies of the project manager and validate the essential competencies from the experience of Dominican architects who work as managers of architecture and urban planning projects.*

*It corresponds to non-experimental descriptive studies. To collect the data, structured interviews were conducted with 22 architects. As an instrument, a sheet containing 30 agreed competencies was used after a review of specialized literature. The participants were asked to validate these 30 competencies and indicate, based on their experience, the competencies that they considered key to the success of their projects.*

*The responses obtained from this small group motivate training agendas for the development of soft skills in architecture professionals, as well as for studies in larger and more diverse groups of professionals.*

*Keywords: Project management, project manager skills, project success factors, Management of architecture and urban planning projects, Project administration.*

## Introducción

Para la realización de todo proyecto, especialmente los de diseño arquitectónico y urbano, es necesario la participación de un equipo de trabajo conformado por profesionales con la capacidad necesaria para hacer sus respectivas tareas. Sin embargo, es necesario una figura que se encargue de la administración de los recursos del proyecto, económicos, materiales, tecnológicos, humanos, a fin de controlar el desarrollo de todas las fases y productos y lograr su éxito. Esta persona es el/la gerente de proyectos.

El concepto de competencia hace referencia a la capacidad que tienen las personas para dominar un conjunto de tareas. En este sentido, se perfila el/la gerente de proyectos como una persona con competencias que lo capacitan para alcanzar los objetivos del proyecto con eficiencia y eficacia.

Para el presente estudio se desarrolló una revisión de literatura especializada y de investigaciones para indagar acerca de las competencias clave del y de la gerente de proyectos. Mediante esta revisión se obtuvo una lista de competencias con las que un/una gerente de proyectos defi

caz debe contar. Luego, se consultó una muestra representativa de arquitectas expertas sobre la importancia de las competencias de la lista y aquellas que consideraban esenciales. Las opiniones fueron analizadas estadísticamente para determinar las competencias más repetidas.

## OBJETIVO GENERAL

Identificar competencias que debe tener una gerente de proyectos y diferenciarlas de sus funciones básicas según la experiencia de arquitectas dominicanas que ejercen como gerentes de proyectos arquitectónicos y urbanos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Validar competencias obtenidas de la revisión de literatura especializada e investigaciones.
- Destacar las competencias consideradas clave y esenciales en la gestión de proyectos de diseño arquitectónico y urbano.
- Elaborar el perfil de la gerente de proyectos

## MARCO TEÓRICO

Las competencias se han definido como el conjunto de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas que posee una persona, que le permiten la realización exitosa de una actividad (Hernández, 2016). Las configuran tres componentes:

- Saber hacer: se refiere a las habilidades, las destrezas, métodos propios de actuación, las aptitudes.
- Querer hacer: Componente actitudinal relacionado con la emoción y la motivación. Incluye los valores que guían el comportamiento.
- Poder hacer: apunta a los factores que posibilitan la actuación. Pueden ser personales o contextuales.

Acorde con Pérez (2015) del OBS Business School, el/la gerente de proyectos es la persona

encargada de planificar, ejecutar y monitorizar las acciones que forman parte de dicho proyecto. No sólo es la figura más visible, sino que por este también pasan todas las decisiones que van orientadas al logro de los objetivos del proyecto, la realización de los productos, y, desde luego, del proceso en su conjunto.

Se suele confundir las funciones con las competencias del/de la GP. Las funciones son aquellas tareas que corresponde realizar según el puesto de trabajo. Las competencias son las capacidades o aptitudes necesarias para desarrollar estas funciones.

Tabla 1 Funciones del y de la Gerente de proyecto

Funciones del y de la GP
Supervisión técnica
Planificación
Dirección
Control
Gestión financiera
Apoyo al marketing
Mediación entre los participantes del proyecto

Fuente: (Stasiowski & Burstein, 2004)

El Instituto de Project Management, PMI describe al y a la gerente de proyecto como responsable de aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para gestionar las actividades que cumplan con los requisitos del proyecto. Esta definición apunta a la necesidad de cualidades, habilidades, herramientas y técnicas adecuadas y variadas utilizadas críticamente (2017).

Define las competencias como el conjunto de valores, creencias, conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para cumplir cabalmente el rol asignado. El modelo de competencias para el gerente de proyectos desarrollado por

el PMI ha sido descrito y analizado en el Project Management Competence Development Framework (2017).

Este modelo utiliza tres dimensiones para el ámbito de la gerencia de proyectos: (K) Conocimientos de Gerencia de Proyectos, (P) Desempeño en Gerencia de Proyectos y (B) Competencias Personales.

Distinguen cinco tipos de competencias:

- De conocimiento: se refieren a aquello que el o la gerente del proyecto sabe del proyecto.
- De desempeño: se refiere a la manera de aplicar lo que sabe en la ejecución de las tareas del proyecto.
- Organizacionales: describe la habilidad para usar ciertos sistemas, métodos, procesos propios del contexto institucional del proyecto.
- Relativas a la industria: es el conocimiento específico acerca del medio industrial y productivo donde se inserta el proyecto.
- Personales: apuntan al comportamiento durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

Adicionalmente, aporta una guía para el desarrollo de 6 competencias personales indispensables, catalogadas en algunas investigaciones como "competencias blandas" (Castro Aguilera & Marchant, 2014) donde se vinculan cualidades personales con conocimiento y habilidades de gestión.

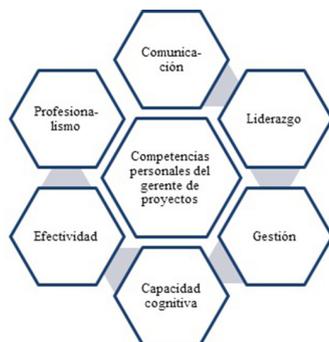


Figura 1 Competencias personales del Gerente de proyectos. Fuente: PMI (2017)

1. Comunicación: Intercambiar información correcta, apropiada y relevante con los actores del proyecto, usando métodos adecuados.
2. Liderazgo: Guiar, inspirar y motivar a los miembros del equipo, y a otros actores del proyecto, para gestionar y superar los asuntos relevantes, para alcanzar los objetivos del proyecto.
3. Gestión: Administrar efectivamente el proyecto a través del apropiado despliegue y uso de recursos humanos, financieros, materiales, intelectuales e intangibles.
4. Capacidad cognitiva: aplicar una apropiada percepción, discernimiento y juicio para dirigir efectivamente un proyecto en un entorno cambiante y evolutivo.
5. Efectividad: producir resultados deseados utilizando recursos, técnicas y herramientas apropiadas en todas las actividades de la Gerencia de proyectos.
6. Profesionalismo: desempeñar un comportamiento ético gobernado por responsabilidad, respeto, corrección y honestidad, en la práctica de Gerencia de proyectos.

Por otra parte, varias de las investigaciones que tratan sobre el tema concuerdan con que el liderazgo, la buena comunicación y el trabajo en equipo son competencias esenciales. Otras de las competencias más importantes tienen que ver con la capacidad para desarrollar a las personas, la capacidad para manejar el estrés y saber gestionar el tiempo. De la misma manera, la teoría de EL-Sabaa (2001) establece que reconocer los sentimientos y poder entender lo que quieren decir los demás son competencias que acercan al gerente al equipo de trabajo.

Finalmente, Núñez (2014) consigna como las diez competencias principales del gerente de proyectos las siguientes:

*Nota del editor: Ver tabla en página siguiente.*

Tabla 2 Las diez competencias principales del gerente de proyectos (Top ten).

Las diez competencias principales del gerente de proyectos
1. Capacidad de liderazgo
2. Habilidades interpersonales
3. Habilidades para resolver problemas
4. Habilidades para organizar: la planificación, la fijación de objetivos y análisis
5. Habilidades de confrontación: flexibilidad, creatividad, paciencia, persistencia
6. Habilidades de trabajo en equipo: empatía, motivación y espíritu de cuerpo
7. Medir del clima laboral, el progreso y el rendimiento
8. Comunicarse con eficacia, oralmente y por escrito
9. Delegar con eficacia
10. Gestionar el cambio

Fuente: (Núñez, 2014)

## Procedimiento

Este estudio se realiza desde una perspectiva mixta ya que por medio de información cuantitativa se obtienen respuestas cualitativas. Se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Paso 1 Elaboración de lista con 30 competencias de Gestión de proyectos: tras la revisión de investigaciones y de literatura especializada se elaboró una lista con 30 competencias con las que ha de contar un gerente de proyectos efectivo.
- Paso 2 Formulación de preguntas: se formularon dos preguntas a ser respondidas por las participantes en el estudio:
  - ¿Cuáles de las 30 competencias de la lista considera importantes para gestionar proyectos de arquitectura y urbanismo?
  - ¿Cuáles de las 30 competencias de la

lista considera que son las tres claves o esenciales para gestionar proyectos de arquitectura y urbanismo?

- Paso 3 Selección de participantes: se seleccionaron 22 arquitectas dominicanas con experiencia verificada en gestión de proyectos arquitectónicos y urbanos, consideradas expertas. La selección se hizo en dos poblaciones:
  - Arquitectas docentes de la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra en el año 2018.
  - Arquitectas cuyos proyectos fueron publicados en el año 2018 en la Revista Arquitecto, órgano de divulgación del quehacer arquitectónico en República Dominicana.
- Paso 4 Elaboración de instrumento: se ela-

boró un instrumento que incluyó la lista con las 30 competencias y las dos preguntas formuladas a fin de conformar una entrevista estructurada.

- Paso 5 Consulta: se consultaron las participantes seleccionadas cara a cara y por correo electrónico.

## Resultados

Según investigaciones y literatura especializada consultada las 30 competencias con las que ha de contar un gerente de proyectos eficaz son las siguientes:

Tabla 3 Competencias del Gerente de Proyecto

Competencias del gerente de proyecto	
1. Actuar con profesionalismo	16. Liderar
2. Comunicar con eficacia	17. Manejar el cambio
3. Confrontar	18. Manejar el estrés
4. Construir buenas relaciones	19. Manejar el tiempo
5. Construir estrategia	20. Manejar tecnología
6. Construir imagen	21. Medir el clima laboral
7. Controlar	22. Negociar
8. Delegar	23. Organizar
9. Desarrollar de personas	24. Planificar
10. Desempeñarse con eficacia	25. Realizar múltiples tareas
11. Dirigir	26. Resolver problemas
12. Ejecutar	27. Supervisar
13. Emprender	28. Tener un comportamiento ético

Competencias del gerente de proyecto	
14. Gestionar	29. Tomar de decisiones
15. Integrar y aplicar conocimientos	30. Trabajar en equipo

Fuente: (Project Manager Competency Development Framework, 2017; Pérez, 2015; Villar Díaz & Quiroga Persivale, 2013)

De la consulta a las 22 arquitectas expertas se obtuvieron los siguientes resultados:

Todas las profesionales consultadas coincidieron en que las 30 competencias de la lista eran importantes y manifestaron la dificultad que conllevaba seleccionar solo tres. Luego de un tiempo de reflexión, pudieron elegir.

El 10% consideró como claves las competencias relacionadas con controlar, ejecutar, integrar y aplicar conocimientos, negociar, organizar, resolver problemas, supervisar, construir estrategia y confrontar, mientras que el 20% valoró el manejo del tiempo, la capacidad de planificar y de tomar de decisiones.

Finalmente, de las 30 competencias revisadas, la mayoría sitúa como las más importantes **liderar, gestionar, comunicar y trabajar en equipo**.

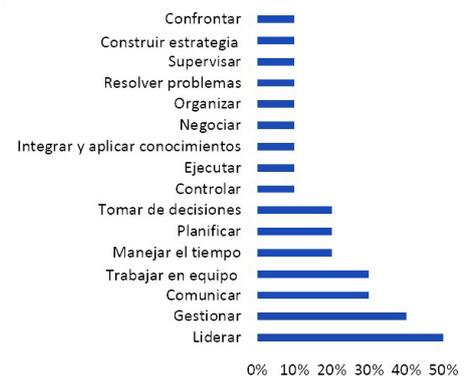


Figura 2 Valoración Competencias esenciales del Gerente de Proyectos

## Conclusiones

La consulta a expertas permitió validar competencias obtenidas de la revisión de literatura es-

pecializada e investigaciones. De igual manera, se destacaron las competencias consideradas clave y esenciales para una gestión eficaz de proyectos arquitectónicos y urbanos.

A la luz de los resultados, fue posible elaborar un perfil de gerente de proyectos acorde a las competencias y cualidades consideradas como esenciales:

**Gerente de proyectos es la persona que se encarga de velar por que los objetivos de un proyecto se cumplan. Debe de ser líder para su equipo y ser capaz de manejar todos los aspectos técnicos y financieros del proyecto, así como la comunicación y las relaciones interpersonales con profesionalismo, ética y don de mando.**

Los resultados obtenidos suscitan actuaciones encaminadas a la incorporación en los planes de estudio de arquitectura, tanto de grado como de posgrado, de contenidos y estrategias formativas que favorezcan el desarrollo de competencias de gestión de proyectos en futuros y consolidados profesionales. Del mismo modo, esta investigación pauta otras en grupos de profesionales más amplios y diversos en el entendido que las competencias identificadas son aplicables para todo tipo de proyectos de cualquier disciplina.

## Bibliografía

Castro Aguilera, F., & Marchant, L. (2014). Competencias (o habilidades) gerenciales: Una herramienta indispensable para el desarrollo organizacional. En L. M. (ed), Actualizaciones para el desarrollo organizacional (págs. 62-67). Viñas del Mar: Desarrollo Organizacional.

El-Sabaa, S. (2001). The skills and career path of an effective project manager. *International journal of project management*, 19(1), 1-7.

Hernández, J. G. (2016). Hernández, J. G. V., 2016. Las reglas cambiantes de la competitividad global en el nuevo milenio. Las competencias en el nuevo paradigma de la globalización. *Red Internacional de Investigadores en*

*Competitividad*, 1(1). *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 1(1).

Núñez, A. (2014). Las 10 principales competencias de un director de proyectos. Obtenido de PMOinformatica.com: <http://www.pmoinformatica.com/2014/07/10-competencias-de-director-de-proyectos.html>

Pérez, A. (2015). ¿Qué es un jefe de proyecto y cuál es su perfil profesional? Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/>: <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-jefe-de-proyecto-y-cual-es-su-perfil-profesional>

Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* (6 ed.). Pennsylvania: PMI.

*Project Manager Competency Development Framework* (3 ed.). (2017). Pennsylvania: Project Management Institute.

*Revista ARQUITEXTO*. (2018). No. 100-101-102-103. República Dominicana.

Stasiowski, F., & Burstein, D. (2004). *Administración de Proyectos*. (M. M. Bargalló, Trad.) México.: Trillas.

Villar Díaz, V., & Quiroga Persivale, G. (2013). Competencias Personales para un Director de Proyecto Exitoso. *Sinergia e Innovación*, 1(2), 26-40.

## Acerca de las autoras

Sheily Peña y Ashley Modesto son jóvenes arquitectas egresadas de la Escuela de arquitectura y diseño de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Su compromiso por la sostenibilidad y eficacia de los proyectos de Arquitectura las motivaron a estudiar la Gerencia de Proyectos y analizar las habilidades que necesita una profesional del área para realizar adecuadamente su labor.

La Dra. Leyda Mercedes Brea Sención. ARQ, MGP es Arquitecta con estudios de Maestría en Gestión de proyectos en la Universidad de Quebec, Canadá. Adicionalmente, realizó un Doctorado Educación en la Universidad de Murcia, España. Es docente a tiempo completo en la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, donde imparte la asignatura de Gestión de proyectos tanto en grado como en postgrado.

# **Aplicación de la tecnología aditiva (3D) para propender a la construcción sustentable**

Dr. Víctor Manuel López López  
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de  
Ingeniería y Arquitectura, del I.P.N.  
vlopez@ipn.mx

Ing. Cynthia López Gálvez  
ITESO. Universidad Jesuita de Guadalajara.  
Clopezgal92@gmail.com



## Resumen

La impresión 3D representa una tecnología de fabricación por adición donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de capas sucesivas de material. Actualmente es posible utilizar esta tecnología comercialmente en el campo de la arquitectura y de la ingeniería civil con extraordinarias ventajas para incorporar los principios de la sustentabilidad a la construcción convencional. En este artículo se expone el inicio y la evolución de la tecnología de construcción aditiva hasta la "impresión" real de casas habitación, explicando igualmente la aplicación de la técnica en grandes proyectos de edificios y puentes. La tecnología de las impresoras 3D está incursionando en el mercado de construcción con aplicaciones diversas, y va desde impresoras montadas en estructuras especiales hasta robots móviles para la inyección de concreto o plástico, lo cual permite la construcción de diferentes tipos de estructuras, a diversas escalas y complejidad. Se ejemplifica la aplicación de la técnica 3D en la construcción aditiva de un grupo de viviendas en el sureste de la República Mexicana.

Palabras clave: impresión 3D, construcción aditiva, sustentabilidad, construcción sustentable, drones.

## Abstract

*3D printing represents an additive manufacturing technology where a three-dimensional object is created by layering successive layers of material. It is already possible to use this technology commercially in architecture and civil engineering fields with extraordinary advantages to incorporate the sustainability principles into conventional construction. This article exposes the beginning and evolution of additive construction technology, up to the actual "printing" of dwelling houses, also explains the application of the technique in large building and bridge projects. 3D printer technology is entering the construction market with diverse applications, ranging from printers mounted on special structures to drones for the application of concrete or plastic, which allows the construction of different types of structures, at various scales and complexity. The application of the 3D technique in the additive construction of a group of houses in the southeast of Mexico is exposed.*

*Keywords: 3D printing, additive construction, sustainability, sustainable construction, drones.*

## Introducción

Las nuevas tecnologías en las que estamos inmersos hoy día como sociedad mundial, se aglutinan conceptualmente para integrar lo que ha dado en llamarse la Cuarta Revolución Industrial, fenómeno que está cambiando la forma en que los seres humanos vivimos, trabajamos y nos relacionamos unos con otros. Esa Revolución tecnológica incluye amplios campos entre los que pueden citarse la inteligencia artificial, internet de las cosas, ciberseguridad (y ciberinseguridad), nanotecnología, robótica, ciencia de los materiales, impresión 3D, y un dilatado etcétera. Este movimiento industrial planetario está basado en la revolución digital que combina varias de estas y otras tecnologías que están cambiando los procesos de las industrias, la economía y los negocios. Por supuesto que la industria de la construcción está incluida en varios de esas tecnologías de punta.

En esta oportunidad se hace referencia y se aborda el tema emergente de la impresión 3D (tercera dimensión), para crear objetos a diferentes escalas mediante la superposición de capas sucesivas de material, a partir de diseños que interpretan y guían máquinas de cómputo, asistidas por sensores y otros dispositivos. La figura 1 muestra una idea de esa adición de capas de material.



Figura 1. "Impresión" en 3D de tanques para conservar vino.  
Fuente: Global Construction Online (GCO)

En el campo de la industria de la construcción, a este proceso innovador se le conoce como fabricación o construcción aditiva (additive Manufacturing), que se originó en el Instituto Municipal de Investigaciones de Nagoya en 1981, el cual se integra por la tecnología y equipos acondicionados para crear piezas y sistemas constructivos ligeros, resistentes, económicos y de rápida fabricación. En otras palabras, la construcción aditiva es la creación de objetos tridimensionales mediante la superposición de capas de material de formas geométricas precisas a partir de diseños digitales (Singh et al., 2021).

La aplicación de la tecnología de referencia inició en el año 1986, cuando el inventor Chuck Hull patentó el aparato de Estereolitografía (SLA, sigla en inglés), que es una de las técnicas más comunes en la actualidad. Este proceso técnico utiliza el principio de fotopolimerización para crear modelos 3D mediante resinas sensibles a los rayos ultravioleta (UV). A partir de ese procedimiento, surgieron otras técnicas de impresión tridimensional con diferentes metodologías para crear objetos con rayos láser, haz de electrones, laminación de material y combinación de materiales en polvo con aglutinantes. El avance de la tecnología permitió no solo usar resina para la fabricación de objetos, sino utilizar una gran variedad de materiales como polímeros termoplásticos, aleaciones de metales y compuestos basados en rocas y madera, dependiendo de las necesidades de las industrias. Derivado de esos avances, a partir del año 2009 se distinguieron dos vertientes de la impresión 3D: una enfocada a la industria y al mercado especializado, utilizando máquinas de elevado costo para los sectores del automovilismo, la medicina, el aeroespacial, la construcción, entre otros; y por otra parte, la enfocada al público en general, para la que se desarrollan máquinas accesibles en precios y fáciles de utilizar.

## Desarrollo

La impresión 3D es una de las tecnologías de aplicación masiva más representativa de la Cuarta Revolución Industrial, debido a que está desarrollándose en muchos sectores de la industria, destaca el sector de la construcción que nos incluye a todos los seres humanos de diferentes maneras. Esta industria es un componente fundamental de la economía de cualquier país, de-

bido a que es la responsable de la creación de la infraestructura, la habitación y buena parte de los empleos directos e indirectos que impulsan el crecimiento económico. El activo principal de cualquier país es el de las construcciones, pues la mayor parte de los habitantes de este planeta, estamos la mayor parte de nuestras vidas en una edificación (en algunos casos hasta el 90% de nuestra existencia).

De aquí se deriva el especial interés por aplicar la tecnología 3D en el sector de la construcción, a la cual se le conoce indistintamente como construcción aditiva o 3D y escuetamente se le define como el proceso de unir materiales para crear construcciones a partir de un modelo digital en 3D. Este procedimiento se popularizó rápidamente en los países industrializados, y ha avanzado constantemente debido al progreso comercial fácilmente comprobable, a la mejora de la propia técnica, así como al desarrollo de las mezclas óptimas de materiales que logran aumentar las posibilidades de diseños, permitiendo la construcción resiliente de diversos tipos de estructuras destinadas a vivienda, oficinas, puentes y edificios de varias plantas.

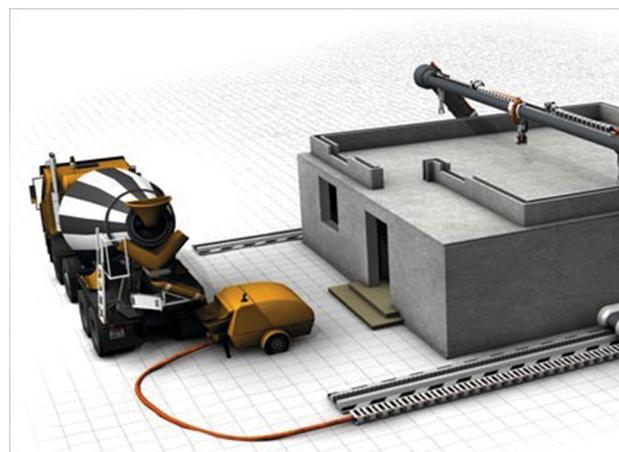


Figura 2. Primera aplicación de la tecnología de impresión 3D en la construcción.  
Fuente: (Contour, 2020)

La primera aplicación de la impresión 3D en el sector de la construcción fue la contour crafting (construcción perimetral), desarrollada en 1998 por el Dr. Behrohk Khoshnevis, profesor de ingeniería en la Universidad del Sur de California. Esta comenzó como una investigación de la alternativa a las técnicas de impresión 3D de metales y polímeros, sin embargo, en el año 2000 cuando el equipo de Khoshnevis empezó a centrarse en

la impresión 3D a escala de la construcción con un material de fraguado rápido similar al concreto, explorando la integración automatizada de refuerzo modular, servicios eléctricos, plomería y componentes estructurales del procedimiento de construcción, a medida que iban creándose las capas del material, figura 2 (Hossain, 2020).

En el año 2015, un grupo de investigadores de la construcción de la Universidad de Loughborough, Reino Unido, construyó una máquina de impresión 3D formada por componentes de bombeo, extrusión de concreto y sistema de pórtico. Su objetivo era comprobar que tan efectivos podrían ser esos componentes de manera realista, considerando todas las demandas de la construcción convencional. Eventualmente, desarrollaron una tecnología patentada de impresión de concreto en 3D, conocida como 3DCP, la cual destinaron a la fabricación de componentes arquitectónicos y de construcción a gran escala. Sus impresoras 3DCP controladas por computadora están instaladas en un pórtico con un brazo robótico y depositan con precisión capas sucesivas de concreto de alto rendimiento, especialmente formulado para crear componentes estructurales complejos.

Otra tecnología relevante para la construcción por capas sucesivas es el método conocido como D-Shape, desarrollado por el ingeniero civil Enrico Dini, que está basado en el proceso convencional de impresión 3D llamado Sinterización Selectiva por Láser (SLS, siglas en inglés) que consiste en utilizar cualquier material granular, como puede ser arena, grava, corcho, caucho o agregados reciclados que se unen mediante la inyección de un aglutinante. Las características típicas del material más estudiado por D-Shape es el concreto a base de cemento portland 32,5 R con arena gruesa, que le concede una apariencia de piedra a las construcciones.

A partir de estas tecnologías, han surgido varios proyectos novedosos alrededor del mundo y continúa la investigación y el desarrollo de nuevas técnicas de impresión 3D en la construcción, con más variedad de combinación de materiales como geopolímeros, adobe, paja, materiales reforzados con fibra de vidrio y piedra natural, aleaciones de metales y fibras de polipropileno (Hossain, 2020).

## Metodología sustentable mediante la construcción aditiva

Tal como se mencionó, han surgido diferentes modalidades de impresoras 3D para la industria de la construcción, las que se caracterizan por realizar los procesos con la ayuda de mini robots, brazos robóticos y estructuras de pórtico o suspensión por cables para tener una mejor precisión y que las impresoras puedan desplazarse en toda el área de construcción permitiendo que se puedan diseñar modelos cada vez más complejos, figura 3. Al integrar estas tecnologías, se han obtenido resultados favorables como la reducción del tiempo en el proceso constructivo, menos desperdicio de material, disminución de mano de obra y, en consecuencia, la reducción de costos en todo el proyecto. Derivado de esas ventajas sobre la construcción convencional, desde el año 2015 han surgido aplicaciones de esta tecnología como alternativas sustentables. Esas aplicaciones surgieron debido a que



Figura 3. Impresora 3D con brazo robótico para aplicar el concreto capa por capa.  
Fuente: Countour Crafting, 2020.

para desarrollar un proyecto sustentable suele auxiliarse de la técnica de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), que es un método para valorar las cargas o impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia, es decir, partiendo desde la extracción de materias primas, producción, distribución de los materiales de construcción, uso y fin de su vida útil, con base en las normas ambientales ISO 14 000 (Carabaño, 2017).

La planeación de esos proyectos consiste en valorar el impacto de las edificaciones por el

calentamiento global que propicia al cambio climático, la salud humana, la biodiversidad, el uso de agua y energía, tipo y procedencia de los materiales y la economía.

Las investigaciones y los proyectos de la construcción aditiva se han basado en estas evaluaciones para su desarrollo, complementándose con el uso del modelado de información para la construcción conocido comercialmente como BIM (Building Information Modelling), que es la base de la transformación digital en esta industria, lo que permite una planeación más eficiente de las edificaciones.

El proceso se opera mediante el lenguaje de programación Gcode, un estándar de la industria para el control numérico computarizado (CNC, siglas en inglés), impresoras 3D y equipos mecanizados. Este software es compatible con la entrada del modelo 3D de cualquier paquete de software CAD o BIM y lo convierte proceso de impresión y estimar el uso del material y el tiempo de impresión para planificar el proyecto de manera eficiente y con característica sustentables, adaptándose a la normatividad de cada región. La construcción aditiva se puede utilizar para la construcción de muros, fachadas, losas, estructuras metálicas y algunos acabados, que es hasta donde puede controlarse mediante la automatización (Sakin, 2017).

### **Beneficios de la construcción aditiva**

El principal objetivo del desarrollo de la tecnología Countur Crafting, fue optimizar el procedimiento constructivo para ofrecer viviendas resilientes a un menor costo. Esta metodología la han seguido varias empresas con el desarrollo y la aplicación de sus propias tecnologías. En Europa y Asia fue donde inició el desarrollo masivo de proyectos 3D para puentes y edificios para vivienda, centrándose en la optimización del uso de materiales, componentes reciclados, polímeros y biodegradables, para desarrollar viviendas de interés social destinadas a personas de bajos recursos económicos o sin hogar, edificios de departamentos para la clase media, puentes públicos y mobiliario urbano. Estos proyectos se construyeron intencionalmente con el objetivo de investigar y poner a prueba la tecnología en países como Dinamarca, Bélgica, Francia, Países Bajos, Italia y China (Izabela, 2016).

Los resultados fueron favorables y tuvieron en común la optimización de material. Al ser un procedimiento controlado por automatización se estiman las cantidades más exactas del material que se van a utilizar, por lo que casi no hay desperdicio. Asimismo, para lograr construir por capas sucesivas, la impresora debe poder extruir los filamentos consistentes del material depositados capa por capan, sin que haya una deformación significativa o colapso por su propio peso antes del fraguado, razón por la cual la construcción se realiza en un tiempo muy corto. En cuanto a los materiales, se propusieron mezclas alternativas con materiales locales y reciclados y con premisas sustentables importantes para disminuir el contenido del cemento. Todos esos beneficios en conjunto tuvieron como resultado que disminuyera el transporte de material, mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, menor requerimiento de cemento que es un material intensivo en energía fósil y el menor uso de mano de obra que podrá destinarse a actividades insustituibles de personal. Esos cambios en el proceso constructivo convencional dieron como resultado final la disminución del tiempo de construcción y un menor costo de los proyectos entre 30% y 60% (Zhumabekoba, 2020). La figura 4 muestra una construcción en Bélgica que probó estas ventajas sustentables, por lo que puede afirmarse que la construcción aditiva contribuye a la construcción sustentable.



Figura 4. Casa de dos pisos impresa en Bélgica con materiales sustentables por Kamp C. Fuente: Marijk, 2020.

Resultante de esas experiencias, la construcción aditiva sigue atrayendo adeptos, al tiempo que continúan las investigaciones para para

orientarla a nuevas aplicaciones y aprovechar esa innovación en mayores beneficios para la sociedad. En ese sentido, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, siglas en inglés), llevó a cabo una competencia pública llamada 3D-Printed Habitat Challenge para crear refugios sustentables en Marte y la Luna, utilizando los recursos disponibles en sitios a seleccionar en esos lugares interplanetarios. El desafío tuvo varios niveles de complejidad al probar varias etapas de la impresión 3D, tales como el desarrollo de materiales de construcción y los dispositivos CAD (diseños asistidos por computadora). Además de contribuir la exploración espacial, el objetivo central de esta iniciativa era mejorar las tecnologías para soluciones de vivienda en la Tierra, ya que podrían usarse para producir viviendas accesibles donde se necesiten o donde los materiales y los procedimientos de construcción convencionales sean limitados (NASA, 2019)

Al avanzar el desarrollo y la innovación de la tecnología en cuestión, la ciudad de Dubái la ha catalogado como el futuro de la industria de la construcción y ha sido la primera ciudad en integrarla en su industria. De acuerdo con la normatividad del Ayuntamiento de Dubái, en el año 2025 cada nuevo edificio que se construya deberá incluir la construcción aditiva en un 25%. En 2019 iniciaron integrando la tecnología en 2% a sus proyectos, lo que aumentará gradualmente hasta cumplir el objetivo estratégico de reducir la mano de obra en un 70% y abatir los costos de construcción.

La investigación y desarrollo de estos proyectos ha contribuido al hallazgo de otras aplicaciones de la construcción aditiva. En casos de desastres naturales, cuando un sismo o un huracán destruya las infraestructuras y deja miles de personas sin hogar, la tecnología 3D podría ser una alternativa para reconstruir rápidamente puentes, edificios y hogares provisionales, así como para la construcción de viviendas de interés social a costos más accesibles, gracias a la rapidez y a la disminución de los costos de construcción. Es una alternativa que podría beneficiar a la sociedad en los casos donde no haya una buena planeación de respuesta ante los desastres y evitaría que algunas comunidades pasaran periodos largos en refugios o sitios improvisados (Langfeld, 2020).

Asimismo, las tecnologías de impresión 3D resultaron muy útiles durante la emergencia por la pandemia por COVID-19. La rápida propagación del coronavirus incrementó la demanda a los proveedores de atención médica, ya que eran urgentemente necesarios los productos para el tratamiento y cuidados de los pacientes afectados. Al utilizar las tecnologías de impresión 3D pudieron producirse con rapidez hisopos nasales, piezas para equipo médico, tapabocas y ventiladores. La industria de la construcción contribuyó a la solución de la emergencia con la impresión 3D, al ser éste un método constructivo más rápido, permitió crear viviendas temporales para abordar la crisis global. En China, se construyeron en 3D salas de aislamiento para las personas que tuvieran síntomas o dieran positivo a la enfermedad, figura 5. A falta de espacio en los hospitales, la construcción aditiva fue la alternativa más rápida para reducir la expansión del virus en ese y otros países (Boissonneault, 2020).



Figura 5. Salas de aislamiento construidas en 3D, para personas contagiadas de COVID-19 en China.  
Fuente: Boissonneault, 2020.

### **Construcción aditiva utilizando drones**

La innovación constructiva mediante las tecnologías digitales continúa su progreso mediante la investigación y el desarrollo en proyectos de construcción; a manera de hecho explicativo puede mencionarse el uso de drones para trabajos peligrosos o de difícil aplicación, figura 6.

En efecto, actualmente están desarrollándose métodos de construcción aditiva que utilizan robots estáticos y móviles para la construcción in



Figura 6. Prueba de impresión 3D utilizando drones.  
Fuente: Zhang, K. et al., 2022.

situ y para la fabricación fuera de los lugares de construcción (prefabricados). Relacionado con estos experimentos prácticos se cita aquí la así llamada construcción aditiva aérea (Aerial-AM, acrónimo en inglés), la cual emplea un grupo de robots aéreos inspirada en constructores naturales como lo son las avispas que trabajan con métodos de construcción colectiva. Relacionado con esa inspiración, un grupo de investigadores (Zhang, 2022) están experimentando en un marco de planificación de rutas y de impresión tridimensional o 3D, quienes utilizan varios drones o robots que facilitan la adaptación a las variaciones de la geometría de impresión a lo largo de un proyecto de construcción.

Este marco constructivo con múltiples robots permite la impresión tridimensional de manera autónoma bajo supervisión humana, así como la evaluación en tiempo real de la geometría impresa y la adaptación del comportamiento de los robots.

Para validar el Aerial-AM autónomo basado en el marco comentado, se desarrollaron los accesorios llamados BuilDrones para depositar materiales durante el vuelo y el Scandrones para medir la calidad de impresión, y se integró un esquema genérico de control predictivo de modelos en tiempo real de los robots.

Zhang (2022) en su investigación incorporó un manipulador de autoalimentación de material con el BuilDrone para mejorar todavía más la precisión de fabricación a cinco milímetros, al imprimir geometría con requisitos precisos y también se diseñaron cuatro mezclas de compuestos

poliméricos y cementosos adecuados para la inyección continua del material. Para identificar las imprecisiones de prueba, Zhang y colaboradores utilizaron un cilindro de 2.05 m de altura y 72 capas de un material de espuma aislante de curado rápido, así como otro cilindro de 0.18 m de altura que consta de 28 capas de material cementoso pseudoplástico estructural, una impresión virtual de estela de luz tipo domo y simulaciones considerando varios robots.

Los resultados y hallazgos de esta investigación se resumen en que el método constructivo aéreo Aerial-AM, permite la construcción de los drones en vuelo y ofrece posibilidades futuras para construir en lugares sin límites, a grandes alturas y de difícil acceso. Al propio tiempo, se obtuvo la idoneidad de cuatro mezclas cementosas y poliméricas adecuadas para la inyección continua en vuelo, del material diseñado para ese fin específico (Zhang, et al., 2022).

## RESULTADO

### La construcción aditiva en México

La organización estadounidense New Story en colaboración con la empresa internacional ICON, han estado trabajando en la construcción de viviendas impresas en 3D. Han financiado y construido 16 asentamientos, beneficiando a unas 11 000 personas en El Salvador, Haití y México.

Esas empresas propusieron la "impresión" experimental de algunas viviendas tipo interés social, para lo cual requerían que los gobiernos proporcionaran el terreno, después de algunas gestiones en diferentes lugares, se obtuvo el apoyo del gobierno de Tabasco para que una colonia o barrio de 50 casas se ubicara en ese Estado, con la ventaja de que en esa región se podrá probar la construcción en un sitio con riesgo a sismos y a fenómenos meteorológicos extremos derivados del cambio climático, lo cual requirió un diseño estructural exigente. Estas viviendas experimentales fueron construidas utilizando una impresora bautizada como Vulcan II de la empresa ICON, figura 7.

Cada casa tarda unas 24 horas en imprimirse y el costo total por vivienda depende de las especificaciones, siendo el promedio de \$6 000



Figura 7. Impresora de casas Vulcan II, de la empresa ICON.  
Fuente: New Story, 2019.



Figura 8. Casa de una familia viviendo en condiciones de extrema pobreza en las afueras de Nacajuca, Tabasco.  
Fuente: New Story, 2019.

dólares a precios de 2020. De las características técnicas destacan la resistencia a sismos de 7.4 grados en la escala de Richter, así como también el soportar condiciones climatológicas extremas. Además, el material de construcción se produjo en el sitio con componentes vernáculos, ahorra una huella de carbono hasta de 30% en su fabricación, tiene propiedades aislantes térmicas y acústicas, y al final de la vida útil pueden reciclarse o re usarse algunos de sus componentes constructivos. Todos estos atributos forman parte de la construcción sustentable.

En nuestro país, la fundación New Story se asoció con la organización “Échale”, para implementar el grupo de viviendas destinadas a familias climáticamente vulnerables y de bajos recursos económicos del municipio de Nacajuca, Tabasco. Las nuevas casas construidas en 3D tienen una superficie de 152 m<sup>2</sup>; cuentan con dos recámaras, sala, cocina-comedor y un baño (figura 9). Las personas pagan por ellas entre el 20% al 30% de sus ingresos; se trata de familias que en promedio reciben unos \$1,500 pesos al mes y vivían en chozas como la mostrada en la figura 8, que fueron remplazadas por algunas de las 50 casas “impresas” en las afueras de Nacajuca, Tabasco (New Story, 2019).

Esta experiencia permite avizorar que la construcción aditiva o en 3D podría ser una contribución significativa a los gobiernos locales y a las organizaciones altruistas, que tienen la voluntad de contribuir a la solución de vivienda de los estratos socioeconómicos bajos de la población.



Figura 9. Casa impresa en 3D para una comunidad del municipio de Nacajuca, Tabasco.  
Fuente: New Story, 2019.

Los beneficios que caracterizan a esta tecnología han resultado favorables para la construcción de viviendas en diferentes regiones. De acuerdo con un estudio realizado por Miyamoto International y publicado en el Plan de Respuesta ante el Sismo en la Ciudad de México (2017), seis de cada diez viviendas en México se construyeron sin la supervisión de algún arquitecto o ingeniero por falta de recursos económicos, y de acuerdo con El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval), el 52.8% de la población de México vive en situación de pobreza. Además, se ha advertido que, si se quieren mitigar los riesgos ante los desastres naturales en el futuro, se tendrá que evaluar el estado del 64.1% de las viviendas del país que se construyeron improvisadamente.

Una de las regiones más vulnerables del país, lo es la Ciudad de México, debido a la situación geográfica, económica y social, esto lo han probado las inundaciones, deslizamientos de tierra, sismos, incendios forestales y enfermedades por contaminación e insalubridad.

Con base en la demanda de viviendas accesibles en una zona tan vulnerable como la Ciudad de México, se puede considerar la construcción aditiva como una alternativa para beneficiar a la población de bajos recursos económicos. Aunque aún esta tecnología está en constante investigación, se ha comprobado su eficiencia para la construcción de viviendas de concreto. Como se mencionó, en la construcción convencional cada proyecto debe desarrollarse dependiendo de la región y de su normatividad, sin embargo, para la construcción aditiva la mezcla de los materiales es lo más importante, debido a que requiere una formulación específica para que pueda ser utilizada en la impresión 3D, además debe cumplir con la normatividad específica de cada proyecto.

Considerando la Ciudad de México como estudio de caso para la formulación de la mezcla de concreto 3D, se podría utilizar cemento Portland o Sulfoaluminato de Calcio. Esta clase de cementos pueden formularse fácilmente para obtener resistencias a la compresión de más de 5 000 PSI (libra por pulgada cuadrada) en pocas horas, se le agregaría un superplastificante que tenga las propiedades de ser un reductor de agua y de alto rendimiento a base de policarboxilatos sin cloruros, clasificados como tipo A y tipo F que cumplan con la norma ASTM C 494. Estos se utilizan debido a que debe lograrse el comportamiento en reposo (estabilidad de la forma) del concreto que es controlado principalmente por la evolución microestructural de los materiales cementosos durante los primeros segundos después de la extrusión y la colocación.

En general las impresoras de construcción aditiva solo pueden extruir mezclas con agregados finos, por lo que es necesario el uso de los plastificantes para dotarla de resistencia. Aunque tenga esa desventaja, es posible añadir materiales reciclados y polímeros para que la mezcla sea más sustentable (Panda y otros, 2019).

Aun cuando los proyectos dependen de la normatividad de cada región y de la impresora que

se utilice, se puede ahorrar entre 30% a 60% en el proceso constructivo, teniendo la ventaja que una impresora estándar puede construir una vivienda de 60 m<sup>2</sup> en una semana. Comparando esas ventajas con la construcción convencional, se advierte que este proceso es una alternativa para que comunidades de bajos recursos económicos que viven en zonas vulnerables en México puedan acceder a una vivienda adecuada a un costo más bajo y al mismo tiempo, reducir las emisiones de carbono que propician el calentamiento global que detona al cambio climático.

## Conclusiones

Las tecnologías de automatización, incluida la impresión 3D, han tenido un gran impacto positivo en la industria por incluir los principios de la sustentabilidad y por ser una técnica prometedora de la llamada Cuarta Revolución Industrial. La deposición mecánica de capas sucesivas de material a partir de diseños digitales, denominada construcción aditiva, ha resultado eficiente para automatizar los procesos constructivos y tener el potencial de evitar el desperdicio de material, acortar los tiempos de construcción y disminuir las operaciones arriesgadas para los obreros de la construcción. Debido a esos beneficios muchos países alrededor del mundo están invirtiendo en investigación y desarrollo para adoptar esta técnica como una alternativa sustentable en la industria de la construcción.

En México, podría ser de mucha utilidad si se sumara la construcción aditiva a la investigación e inversión. La Ciudad de México es un ejemplo de que, aunque se identifiquen alcaldías más vulnerables que otras, existe el problema en general de la pobreza y la vulnerabilidad a los desastres naturales lo que no permite el acceso a viviendas decentes y resilientes para los ciudadanos. Esta situación muestra la importancia que debe tener la planificación urbana y la incorporación de los principios de la sustentabilidad a la construcción para propender a una mejor calidad de vida urbana.

La incorporación de la construcción aditiva a los proyectos de construcción pública podría beneficiar hasta cierto punto los tres pilares principales que constituyen la sustentabilidad, propiciando que al desarrollar viviendas resilientes a costos más accesibles se lograrían, al propio tiempo,

beneficios económicos y sociales, así como menores impactos al medio ambiente al reducir las emisiones de dióxido de carbono en el proceso constructivo que optimiza el material y ahorra energía. Sin embargo, no debe desestimarse que una de las desventajas del avance de las nuevas tecnologías, es que han remplazado el trabajo de las personas y este proceso podría afectar a los trabajadores de la industria de la construcción, por lo que la tecnología podría ser un beneficio como coadyuvante a algunas etapas de la construcción, pero no como remplazo de algunos procesos de construcción convencionales.

## Referencias

Carabaño, R. H. (2017). Life Cycle Assessment (LCA) of Building Materials For The Evaluation Of Building Sustainability: The Case of Thermal Insulation Materials. *Revista de la Construcción* Vol.16 No.1, 22-27.

Contour Crafting. (2020). Introducing Contour Crafting Technology. Contour Crafting Corporation, <https://www.contourcrafting.com/>

Hossain, M. A. (2020). A Review of 3D Printing in Construction and its Impact on the Labor Market. *Sustainability* 12(8492), 5-21.

Izabela, H. (2016). 3D Printing of Buildings and Building Components as the Future of Sustainable Construction. *Procedia Engineering* Vol. 151, 292-299.

Langfeld, A. (2020). Using 3D Printing to Improve Supply Chain Resilience and Production Flexibility. *Stratasys, Ltd*, <https://www.interempresas.net/Fabricacion-aditiva/Articulos/314662-Uso-impression-3D-mejorar-resiliencia-cadena-suministro-flexibilidad-produccion.html>.

NASA. (2019). Latest Updates from NASA on 3D-Printed Habitat Competition. [https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial\\_challenges/3DPHab/latest-updates-from-nasa-on-3d-printed-habitat-competition](https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/latest-updates-from-nasa-on-3d-printed-habitat-competition)

New Story. (2019). Introducing the World's First Community of 3D Printed Homes. <https://newstorycharity.org/3d-community/>

Panda, B., Ruan, S., Unluer, C. & Tan, M. (2019). Improving the 3D Printability of High Volume Fly Ash Mixtures Via the Use of Nano Attapulgite Clay. *Composites Part B: Engineering* Vol. 165, 75-83.

Sakin, M. (2017). 3D Printing of Buildings: Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM. 9th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-17, 5-7 (págs. 702-711). Chania, Crete, Greece: Chania, Crete, Greece.

Singh, R., Gehlot, A., Akram, S., Gupta, L., Jena, M., Prakash, C. & Kumar, R. (2021). Cloud Manufacturing, Internet of Things-Assisted Manufacturing and 3D Printing Technology: Reliable Tools for Sustainable. *Sustainability* Vol 13, <https://doi.org/10.3390/su13137327>.

Zhang, K. et al. (September 21, 2022). Aerial additive manufacturing with multiple autonomous robots. *Nature* 609, 709-717 (2022).

Zhumabekova, A. (2020). A Review of 3D Printing in Construction and its Impact on the Labor Market. *Sustainability*, 1-2.

## Acerca de los Autores

El Dr. Víctor Manuel López López estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. Posteriormente se graduó como Maestro en Ciencias en tres maestrías: Planificación Regional y Urbana (IPN, México); Ingeniería del Petróleo (Universidad del Zulia, Venezuela); Desarrollo Sustentable (Dublin Institute of Technology, Ireland). Obtuvo el Doctorado Europeo en Ing. Sustentable. Actualmente es Profesor de tiempo completo en el IPN, México.

La Ing. Cynthia López Gálvez, estudió la licenciatura en Ingeniería Ambiental en el ITESO-Universidad Jesuita de Guadalajara, México. Se graduó como Master in Sciences por The University of Durham, United Kingdom. Actualmente labora como Project Specialist at Flex.



# **Edificaciones de mayor altura en la CDMX con aplicaciones constructivas de punta**

Ing. Arq. Tomás E. Sosa Pedroza  
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
Ciudad de México, México  
tesp@azc.uam.mx

Arq. Moisés Bustos Alvarez  
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
Ciudad de México, México  
bam@azc.uam.mx



## Resumen

La arquitectura mexicana relativa a edificaciones de mayores alturas ha tenido una evolución muy notoria desde que nuestro país firmó el acuerdo mercantil "Tratado de Libre Comercio" con Estados Unidos y Canadá (TLCAN) a finales del siglo anterior. A partir de este momento las grandes empresas nacionales y extranjeras detectaron oportunidades para aplicar nuevas tecnologías constructivas y métodos de gestión de proyectos para la construcción de edificaciones de alta complejidad buscando mayores beneficios en sus inversiones y lograr arquitectura de mayor calidad.

La aplicación de técnicas constructivas de última generación en la arquitectura mexicana, especialmente para edificaciones de gran altura, ha sido muy notoria desde la última década del siglo anterior hasta nuestros días. Edificios altos como las torres ubicadas en la avenida del Paseo de la Reforma en la CDMX; la Torre Mayor, BBVA, Chapultepec Uno y Torre Reforma y en otras zonas de la CDMX como Torre Virreyes, la controvertida Torre Mitikah y Torre Manacar en donde se han destinado estas nuevas propuestas de diseño arquitectónico, de diseño estructural, para la construcción y la gestión de proyectos mediante BIM.

En este artículo los autores hacemos una revisión de algunas de las edificaciones que han aplicado estas nuevas tecnologías con la intención de dar a conocer los resultados obtenidos del proyecto de investigación "El efecto de los terremotos en las edificaciones arquitectónicas y la tecnología de punta antisísmica aplicada a partir del siglo XXI" y de las exploraciones, en torno al mercado profesional, que realizamos cotidianamente para sustentar nuestras clases de construcción arquitectónica que impartimos en la UAM-Azc., que tienen por interés central el estudio de la tecnología constructiva de punta aplicada en México.

Palabras clave: Estructuración sísmica, sismos, tecnología constructiva de punta, dispositivos mecánicos de resistencia sísmica, tecnología derivada de la informática

## Abstract

*Mexican architecture related to taller buildings has had a very noticeable evolution since our country signed the commercial agreement "Free*

*Trade Agreement" with the United States and Canada FTA at the end of the previous century.*

*From this moment on, large national and foreign companies detected great opportunities to apply new construction technologies and project management methods for the construction of highly complex buildings, seeking greater benefits on their investments and achieving higher quality architecture.*

*The application of state-of-the-art construction techniques in Mexican architecture, especially for taller buildings, has been very noticeable from the last decade of the previous century to the present day.*

*Tall buildings such as the towers located on Paseo de la Reforma avenue in CDMX; the Mayor, BBVA, ChapultepecUno and Reforma and in other areas of CDMX such as Virreyes, the controversial Torre Mitikah and Manacar where these new proposals for architectural design, structural design, for construction and project management through BIM have been allocated.*

*In this article, we the authors review some of the buildings that have applied these new technologies with the intention of publicizing the results obtained from the research project "The effect of earthquakes on architectural buildings and the latest anti-seismic technology applied from the 21st century" and the explorations, around the professional market, that we carry out daily to support our architectural construction classes that we teach at the UAM-Azc., whose central interest is the study of applied state-of-the-art construction technology in Mexico.*

*Keywords: Seismic structuring, earthquakes, state-of-the-art construction technology, mechanical seismic resistance devices, computer derived technology.*

## Introducción

Para los expertos en el campo de las ciencias sociales el año de 1994 significó para México el inicio de su integración dentro del contexto mundial descrito como globalización económica (GAO S. 2000) lo que significó que a partir de ese momento nuestro país tuviese un intercam

bio comercial de mayores dimensiones, magno flujo de inversión extranjera y de libertad de importación de nuevas tecnologías que anteriormente eran inalcanzables para los industriales nacionales, debido a una legislación acorazada con prohibiciones y restricciones contra todo lo proveniente del extranjero (Rouquié A. 2015).

El primero de enero de 1994 entró en vigor el tratado comercial firmado por los 3 países de América del Norte; Canadá, Estados Unidos y México llamado Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN en español, NAFTA en inglés), desde entonces, a lo largo de estos últimos veinte años México se ha transformado profundamente en todos los ámbitos (Rouquié A. 2015).

En los años previos a la firma trilateral del TLCAN la arquitectura de México era un mercado local muy cerrado, que imponía restricciones arancelarias severas a la importación de insumos y materiales para la construcción; de mayores capacidades resistentes, a las tecnologías de diseño y gestión de proyectos de nueva generación que ya habían sido comprobados sus beneficios en otros países y para empresas que ofertaban consultorías de servicios para la gestión de proyectos. Así contemplamos que anterior al año 1994 el mercado nacional de la construcción se ejecutaba principalmente con métodos de diseño tradicionales en 2D, con sistemas constructivos semi-industrializados o francamente artesanales y con empleo de materiales de menores resistencias, entre otras condiciones.

Las circunstancias nacionales de la arquitectura cambiaron de manera radical después del año señalado debido a las facilidades arancelarias y de apertura del mercado que tuvieron empresas extranjeras para aplicar en México nuevas herramientas de alta tecnología para el diseño, la construcción y la gestión de proyectos en obra. Las nuevas herramientas tuvieron una incidencia directa en el incremento de la calidad de los edificios construidos después de esa fecha que se vio reflejada en su vanguardia formal y en el incremento de la resistencia ante el sismo de las estructuras, particularmente en las de mayores alturas.

Los autores buscamos con este trabajo dar a conocer los resultados obtenidos de dos activi-

dades que como docentes de la UAM-Azc., estamos desarrollando actualmente; el primero es el proyecto de investigación, oficializado ante la Universidad con el número A-484, "El efecto de los terremotos en las edificaciones arquitectónicas y la tecnología de punta antisísmica aplicada a partir del siglo XXI" y en segundo término el resultado de nuestras exploraciones que realizamos continuamente sobre el mercado de la construcción para apoyar a las UEA's de Construcción I, II y III que tienen como objetivos académicos (de acuerdo a los planes de estudio de la división CyAD) y por interés central el estudio de las técnicas constructivas utilizadas en la construcción de las edificaciones altas.

### **REVISIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PUNTA POST-TLC APLICADAS EN LA ARQUITECTURA MEXICANA**

Estas herramientas de novedosa aportación que pueden ser envueltas en la llamada "tecnología de punta" o de última generación (GONZALEZ A. 2016), debido a que es la tecnología de mayor avanzada disponible actualmente en todo el mundo, permitieron el cambio hacia la modernización de la arquitectura mexicana reflejándose particularmente en edificaciones altas con estructuraciones de mayor altura, tan destacables por su calidad formal y diseño vanguardista como las construidas en la CDMX; Torre Reforma, Torre Mayor, Torre BBVA, Chapultepec Uno, , Torre Mitikah, Manacar, en la ciudad de Monterrey Torre Obispado y Torre Koi o el Hotel Riu en la ciudad de Guadalajara, y que actualmente podemos considerar como edificaciones ícono de nuestro país.

Todos estos edificios nombrados entran, dentro del contexto nacional de la arquitectura, en el concepto de edificaciones altas que para efectos de poder contextualizar mejor este artículo es importante para los autores darle al concepto un criterio razonablemente aproximado.

Para el Council of Tall and Urban Habitats (CTUBH por sus siglas en inglés), Consejo de Edificios Altos y Hábitats Urbanos (CEAHU por sus siglas en español) no hay una definición absoluta de que es lo que es una estructura alta (CTBUH 1992) pero que puede ser determinado por la altura del edificio dentro de un con-

texto urbano, la proporción entre la altura y la superficie construida, y el uso de tecnologías constructivas de alta tecnología.

Al igual que el concepto de edificios altos también creemos que es importante dar un criterio razonablemente aproximado de lo que se entiende por “alta tecnología o tecnología de punta”. (CONICYT 2008)

Tecnología. - Es el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

Tecnología de punta. - La tecnología de punta, también llamada última tecnología, de última generación o alta tecnología es aquella que se encuentra en el estado más avanzado de desarrollo.

Las tecnologías de punta con aplicaciones en México post-TLC, que entraron al mercado nacional fueron de diferentes disposiciones; equipos y programas derivados de la informática más poderosos en sus capacidades, materiales derivados de la metalurgia con mayores capacidades resistentes a los esfuerzos, equipos mecánicos derivados de la de la mecánica y de la ingeniería dinámica, métodos de diseño arquitectónico y estructural apoyados por empresas asesoras especializadas como ARUP, entre otros.

A continuación, haremos una exposición de algunas de ellas.

## TECNOLOGÍAS DERIVADAS DE LA INFORMÁTICA COMO APOYO AL PROCESO DISEÑO-CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS COMPLEJOS

Como es sabido la evolución de las ciencias de la computación en los últimos años del siglo anterior y lo que va del presente han generado transformaciones en los procesos productivos de toda la industria a nivel mundial y para el caso de la industria de la edificación arquitectónica consideramos que todavía son más sobresalientes. La constante mejora y el continuo perfeccionamiento de los equipos de cómputo que se disponen actualmente, con mayores capacidades de almacenaje de datos y de velocidad de procesamiento y la constante mejora de los programas especializados (Cuadro 1), en apoyo a la producción arquitectónica en todas sus etapas; Planeación, diseño, construcción y valoración, como pueden ser para el diseño urbano, diseño bioclimático, el cálculo estructural, de instalaciones, de tiempos, de costos, entre muchos otros, han permitido que al día de hoy el proyecto ejecutivo pueda ser visualizado en 3D y con la llamada realidad virtual (Bustos M., Sosa T. 2022).

Empresas desarrolladoras de hardware especializado para dibujo y modelado arquitectónico en 2D y 3D para la arquitectura y las ingenierías han facilitado de forma abundante beneficios a estas nuevas formas de construir la arquitectura contemporánea.

Presentamos en el siguiente cuadro (CUADRO 1) algunos de los programas de cómputo referidos.

Cuadro 1: Elaboración propia

Software	Usos	Empresa
Autocad	Dibujo bidimensional y modelado básico	Autodesk
Archicad	Dibujo bidimensional y modelado	Graphisoft
Microstation	Dibujo bidimensional y modelado	Bentley
Rhinoceros	Modelado Paramétrico	Autodesk

(Continúa en la página siguiente)

(Continuación)

Software	Usos	Empresa
3D Max	Modelado	Autodesk
Sketchup	Modelado	Trimble
Revit	Modelado	Autodesk
Edificius	Modelado	Acca Software
Tekla	Modelado estructural	Trimble
Opus	Costos de obra	Ecosoft
Neodata	Costos de obra	Neodata

Al igual que con programas de cómputo novedosos y computadoras de mayores capacidades, la informática ha promovido el perfeccionamiento de los métodos para la gestión de los proyectos en gabinete y de la administración de la obra durante su construcción, que contrastan de forma contundente con los sistemas tradicionales de gestión aplicados en años anteriores.

Las principales fallas que se presentaban durante la gestión de la arquitectura con los métodos tradicionales, en sus etapas de diseño y en la de construcción, se debían fundamentalmente a (PONS A. 2021):

- El sistema de contratación tradicional se basa en la falta de relación entre sí de las partes que participan en la producción arquitectónica y en la falta de transparencia en el manejo de la información emanada.
- A equipos de trabajo fragmentados y jerarquizados que generan una disociación entre las partes involucradas sumamente pernicioso para los resultados finales del proyecto, generando escaso trabajo en equipo y poca cooperación. Las propuestas realizadas por cada especialista deben ser asumidas por el resto de los integrantes del proyecto.
- En obra a equipos de trabajo con deficiente planificación que repercute en errores de producción repetidos recurrentemente.

- En obra a una barrera de actitud del personal encargado de los cambios, con perseverancia hacia las tradicionales costumbres y forma de gestionarla.

- A proyectos ejecutivos incompletos con ausencias notables en los detalles de la obra por construir que generan errores, tiempos perdidos y trabajos por rehacer.

- A trabajos aislados en gabinete con escasa comunicación entre todas las partes

- siendo las de diseño y construcción las que generan mayores pérdidas de tiempo y recursos.

- A canales de comunicación ineficaces entre todos los actores, donde la información no se comparte y todo el peso de la planificación recae sobre unas pocas personas.

- A deficiente control de la calidad en el proyecto y en la obra.

Durante un período de 20 años, que podemos decir que ha sido muy corto, las empresas especializadas en informática han puesto en el mercado contemporáneo de la arquitectura mexicana y del mundo, herramientas de gestión de proyectos sumamente útiles, basados en métodos altamente especializados que integran toda la información de forma digital permitiendo en tiempo real un trabajo cola-

borativo entre todos sus participantes. Estas herramientas de gestión de proyectos son plataformas digitales involucradas en el concepto de Building Information Modeling (BIM por



Imagen 1: Herramientas de gestión de proyectos BIM  
 Fuente: <https://tinyurl.com/dp8nadpy>  
 Fecha de consulta diciembre 2022

sus siglas en inglés) o Modelado de la Información de la Construcción (MIC por sus siglas en español en México) que se puede describir (AUTODESK) como un método basado en modelos 3D que da a los profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) la perspectiva y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura con más eficiencia. Las plataformas más destacadas en la gestión de proyectos con el concepto BIM que son más utilizadas en México son REVIT de la empresa Autodesk® y ARCHICAD de la empresa Microsoft® y las plataformas que adicionan al concepto BIM procesos y políticas de producción en el trabajo colaborativo podemos mencionar; Virtual Design and Construction (VDC) y Lean Construction e Integrated Project Delivery (IPD) todas apoyadas con dispositivos y maquinaria tipo Drones, escáneres laser, impresoras 3D y robótica avanzada (PONS A. 2021).

Cada una de estas plataformas, con ligeras variantes, han aportado a las obras de mayor relevancia ventajas en todos sus procesos de diseño-construcción, mencionamos solamente algunas de ellas:

- Cumplimiento de plazos de entrega de los productos terminados con mayor aproximación.

- Una posibilidad mayor de mejorar el control de la calidad en la ejecución del proyecto y de la obra de construcción dando por resultado el mayor incremento posible de la productividad.

- Posibilidad de elaborar el proyecto ejecutivo con mayor detalle técnico y administrativo para la construcción de la obra y con visualizaciones en 3D para su mejor interpretación.

- Mejor programación de la producción a través de un flujo continuo.

- Toda la información planteada en el proyecto ejecutivo ya sea técnica, legal o de carácter administrativo puede ser visualizada en tiempo real por todos los involucrados, y si hubiera modificaciones igualmente son visualizados al mismo tiempo por ellos.

- El proyecto ejecutivo al poder representarse en 3D permite de forma inmediata identificar antes de ejecutarse en obra las posibles interferencias y conflictos entre los diferentes componentes que integran el proyecto siendo los más comunes los cruces de las instalaciones

- Mayor integración entre los subcontratistas y el equipo de obra.

El ejemplo más notorio de las herramientas tecnológicas derivadas de la informática lo observamos en el edificio del museo Soumaya (IMAGEN 2) en donde el diseñador Arq. Fernando Romero se asesoró con el despacho del Arq. Frank Gehry y la empresa Geométrica para diseñar y construir la fachada compuesta de 16,000 hexágonos de aluminio utilizando el software propiedad de Geométrica (Geometrica, 2019).



Imagen 2: Museo Soumaya  
 Fuente: <https://tinyurl.com/52rxu9t8>  
 Fecha de consulta diciembre 2022



Imagen 3: Torre BBVA, Torre Reforma, Torre ChapultepecUno, Torre VIRREYES  
 Fuente: <https://tinyurl.com/ycupn6tt>  
 Fecha de consulta diciembre 2022

### **MÉTODOS DE DISEÑO EN APOYO A LA ESTRUCTURACION DE EDIFICIOS ALTOS**

Al igual que las tecnologías derivadas de la informática en apoyo al diseño arquitectónico, se introdujeron después de la firma nuevas tecnologías informáticas enfocadas a métodos especializados en diseño estructural para edificios complejos en donde el factor sismo, como posible causante de daño a su estructura, es prioritario.

Las herramientas informáticas y la mejora en los métodos técnicos derivada de la ingeniería sísmica permiten construir los nuevos edificios bajo el concepto de medio resiliente, que se entiende como la habilidad de un sistema para minimizar el nivel de daño que sufre ante la ocurrencia de una excitación sísmica (Montiel M, Terán-Gilmore A. 2013. Hoy en día el ingeniero estructural cuenta con conocimiento técnico y herramientas prácticas que le permiten diseñar un medio construido resiliente y, por tanto, a contribuir a mitigar el riesgo sísmico.

En apoyo a la ingeniería mexicana para lograr el objetivo de lograr el medio estructural resiliente se han logrado asociaciones con empresas extranjeras especialistas en diseño antisísmico, siendo la empresa de origen británico ARUP la más resaltable porque ha contribuido con plataformas y programas de cómputo exclusivos en el proceso de diseño-construcción de edificios en México muy destacados como: Torre Reforma (DITEC-ARUP), ChapultepecUno (DITEC-ARUP), Torre BVA (Colinas De Buen-ARUP), Torre Virreyes (DITEC-ARUP) entre otros

### **TECNOLOGÍAS DE PUNTA COMO APOYO A LA ESTRUCTURACION DE EDIFICIOS ALTOS**

La ONU a través del Consejo Internacional de Ciencias cataloga a nuestro país como una zona de alto riesgo sísmico debido a que se encuentra incidido por la actividad tectónica del llamado "cinturón de fuego del Pacífico" que es según estadísticas el perímetro de mayor actividad sísmica a nivel mundial. El "cinturón de fuego del Pacífico" o también llamado "anillo de fuego del Pacífico" es un perímetro marcado por el océano Pacífico en su contacto con los continentes americano, asiático y con Oceanía que recorre desde el sur de América hasta Alaska, pasando por el estrecho de Bering al continente asiático, recorriendo toda su costa oriental y terminando en Australia y Nueva Zelanda.

En lo general, para el caso de nuestro país, México, el "cinturón" incide con continua actividad sísmica por la interacción de la placa del Pacífico y la de Cocos (Rojas C. 2012), que es otra más pequeña ubicada entre los estados de Jalisco y Chiapas, con la de Norteamérica tal como lo hemos visto en los movimientos de tierra de los años 1957, 1985 y 2017 y que han sido los más devastadores en pérdidas humanas y en daños a las estructuras arquitectónicas.

Según estudios y datos estadísticos la superficie del territorio nacional que se ve afectada por los sismos abarca el 70% del total de la superficie nacional (Creixell J. 1969), distribuida en 4 grandes áreas según su grado de riesgo sísmico (IMAGEN 4).

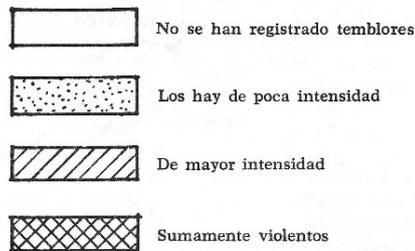


Imagen 4: Mapa de las zonas del país según su grado de riesgo sísmico.  
Fuente: Libro Construcciones Antisísmicas. Creixell M.

Y en el caso particular de la CDMX, de acuerdo a estadísticas y datos de protección civil del gobierno mexicano planteados en los mapas de riesgo de la CDMX (S.I.G. 2017), la Ciudad y los municipios conurbados del Edo. Mex., se encuentra ubicada en la zona de mayor grado de riesgo sísmico debido a la incidencia de las ondas sísmicas liberadas por la interacción de la placa tectónica de Cocos y la Norteamericana, pero con la circunstancia de que sus efectos son magnificados por las condiciones de suelo en donde se encuentra asentada. El suelo donde mayormente se encuentra fundada la ciudad es de baja consistencia, poca resistencia y con alto contenido de agua porque está conformado en sus mantos superficiales de arcillas poco consolidadas, de baja capacidad de carga y alta compresibilidad que genera rápidos hundimientos regionales (IMAGEN 5).

El reglamento de construcciones de la CDMX en el artículo 170 clasifica por la calidad de los suelos a la zona metropolitana en tres zonas, la I que corresponde a la zona de lomerío, II correspondiente a la zona de transición y III que es la zona de lago, en donde cada zona tiene diferentes tipos de suelo.

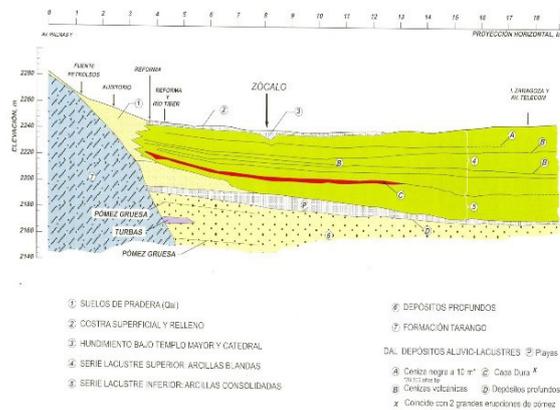


Imagen 5: Corte estratigráfico del suelo de la CDMX  
Fuente: <https://blogcires.mx/tag/tipos-de-suelo-en-el-distrito-federal-y-zona-metropolitana/>.  
Fecha de consulta diciembre 2022

En los estudios particulares de cada zona (Marzal. R., Mazari M. 1969) se han clasificado por cada zona los tipos de suelo:

Zona I.- Rellenos artificiales heterogéneos y sucesión de capas arenosas, limos arenosos, arcillas limosas, con grado de saturación inferior al 100%.

Zona II.- Rellenos artificiales heterogéneos y sucesión de capas arenosas, limos arenosos, arcillas limosas con grado de saturación inferior a 100%

Zona III.- Capas de arena limosa, arcillas arenosas y arenas cementadas muy compactas

Siendo las zonas de lago y de transición en donde los efectos dañinos en las estructuras son mayormente frecuentes.

Anterior al TLCAN el efecto sismo en las edificaciones arquitectónicas se resolvía, por supuesto tomando en cuenta estas condiciones de suelo y normativas vigentes, rigidizando sus estructuras con el criterio de sistemas de sección activa simples y para casos de mayores dimensiones en altura los sistemas de altura activa (Engel H. 2003). y que para casos excepcionales se reforzaban con elementos arriostrados, cinturones de rigidez, muros de cortante o de rigidez, muros diafragma, paredes resistentes a cortante en dos direcciones, núcleo central y para propuestas más complejas el sistema tubular (IMAGEN 6).

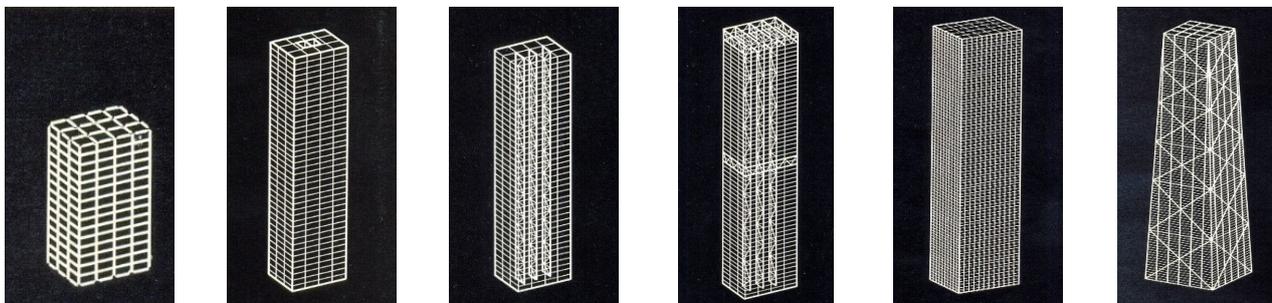


Imagen 6: Criterios de estructuración para edificios altos  
Fuente: Libro La torre Sears de Chicago. Graham B.

Los dos edificios más destacados que utilizaron estos criterios fueron:

Torre ejecutiva de Pemex. - Diseñada por el Arq. Pedro Moctezuma D. Construida en 1984



Imagen 7: Torre PEMEX en su etapa de construcción en el año 1973  
Fuente: <https://tinyurl.com/mr2wmbw3>  
Fecha de consulta: diciembre 2022

WTC México (antes hotel de la ciudad de México). - Diseñado por Guillermo Rossell de la Lama, Joaquín Álvarez Ordóñez y Ramón Miquelajauregui. Construido en 1972.



Imagen 8: WTC México en etapa de construcción en el año de 1970  
Fuente: <https://tinyurl.com/3myr2hy9>  
Fecha de consulta: diciembre 2022

Posterior al Tratado y haciendo uso de las nuevas herramientas tecnológicas, la ingeniería sísmica de México y el resto del mundo, ha venido planteando desde entonces el criterio estructural de diseño consistente en el trabajo integrado de dos sistemas estructurales independientes; el primero que reciba y canalice hacia la cimentación cargas gravitacionales provocadas por las cargas vivas y muertas y el segundo que controle la respuesta lateral del edificio provocada por el sismo. Para lograr el control de la fuerza lateral de la manera más eficiente, se toman de la ingeniería mecánica varios conceptos y dispositivos mecánicos de tipo industrial de última generación que se incorporan a la sección estructural que recibe y transmite las cargas gravitacionales (TERAN-GILMORE A 2018).

Según su ubicación dentro de la estructura los mecanismos tipo industrial se clasifican en tres tipos:

**Aisladores basales.** – Su principio es el de desacoplar el edificio del suelo evitando la penetración de la energía proveniente del sismo, se colocan principalmente en la infraestructura del edificio, aunque en ocasiones excepcionales se han colocado en la superestructura.

**Disipadores de energía.** - Su principio consiste en amortiguar la energía durante el sismo mediante componentes mecánicos con el fin de evitar daños excesivos en el edificio, se ubican en la superestructura.

**Sintonizadores de masa.** - Su principio consiste en disminuir el período natural de vibración del edificio mediante la colocación de masas de gran peso en los entresijos superiores de la estructura.

Con el fin de satisfacer estas necesidades del diseño estructural moderno algunas empresas internacionales como MAURER, QUAKETEK Y MAGEBA y TAYLOR DEVICES INC han apoyado a la construcción arquitectónica de mayor complejidad suministrando dos tipos de equipos de resistencia sísmica: dispositivos mecánicos que

son diseñados bajo las leyes de la mecánica y los dispositivos estructurales que actúan bajo las leyes de la metalurgia.

Damos a continuación los ejemplos más destacados de edificios construidos con sus aportaciones.

**QUAKETEK.** - Instaló en el edificio de Torre Cuarzo 450 contraventeos con disipadores de tipo viscoelástico que actúan mediante la deformación del dispositivo al transformar la energía cinética inducida durante el sismo en calor a través de sus componentes (IMÁGENES 9, 10 Y 11).

**Ubicación:** Avenida Paseo de la Reforma 26, Colonia Juárez, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México

**Altura:** 180 metros

**Niveles:** 40 plantas

**Conclusión de la obra:** 2016

**TORRE CUARZO**

**Diseño arquitectónico:** Richard Meier & Partners y Diámetro Arquitectos

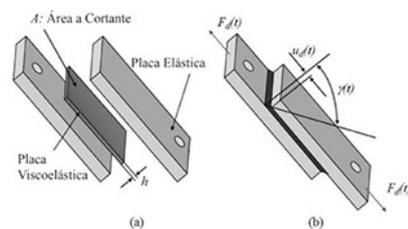


Imagen 9: Torre Cuarzo en etapa de construcción 2015  
Fuente: QUAKETEK



Imagen 10: Dispositivo instalado en contraviento  
Fuente: QUAKETEK

Fig. 2. (a) PARTES BÁSICAS DE UN AMORTIGUADOR VISCOELÁSTICO. (b) DESPLAZAMIENTO RELATIVO  $w(t)$  Y DEFORMACIÓN POR CORTANTE  $\gamma(t)$  EN UN AMORTIGUADOR VISCOELÁSTICO



Fuente: autores.

Imagen 11: Disipador tipo viscoelástico  
Fuente: QUAKETEK

**MAGEBA.** - Instaló en el Hotel Vía Vallejo 18 apoyos tipo aisladores colocados en el tercer piso del centro comercial del mismo nombre que desacoplan, mediante mecanismos elastoméricos LASTO LRB con núcleo de plomo, la estructura flexible del hotel de la estructura prefabricada y rígida del centro comercial. (IMÁGENES 12 Y 13)

## PLAZA COMERCIAL VÍA VALLEJO

**Diseño arquitectónico:** Grow Arquitectos



Imagen 12: Plaza Vía Vallejo en etapa de construcción  
Fuente: MAGEBA

**Ubicación:** Avenida Vallejo, Colonia Industrial Vallejo, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México

**Superficie construida:** 200 000 m<sup>2</sup>

**Niveles:** 10 NIVELES

**Conclusión de la obra:** 2016

Vista 3D de un aislador sísmico LASTO®LRB que se instalará en el Hotel Vía Vallejo

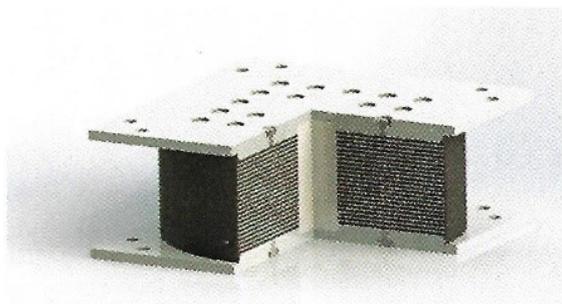


Imagen 13: Aislador LASTO LRB  
Fuente: MAGEBA

**TAYLOR DEVICES INC.-** Instaló en la Torre Mayor 98 disipadores de energía sísmica colocados en la estructura metálica tipo diamante sobre la fachada de Av. Reforma, los FVD consisten en mecanismos de acción hidrodinámica instalados que disipan la energía provocada por el sismo mediante el movimiento de un pistón sumergido dentro de un fluido viscoso con aditivos especiales que son contenidos por un cilindro metálico sellado herméticamente. (IMÁGENES 14 Y 15)



Imagen 14: Disipador FVD 280t  
Fuente: <https://tinyurl.com/4dv5uzmh>  
Fecha de consulta diciembre 2022

## TORRE MAYOR

**Diseño arquitectónico:** Paul Reichmann

**Ubicación:** AV. PASEO DE LA REFORMA 505 EN ALCALDÍA CUAUHEMOC, Ciudad de México

Superficie construida: 156 739 M2

**Total de Niveles:** 55

**Conclusión de la obra:** 2003



Imagen 15: Torre Mayor en etapa de construcción 2002  
Fuente: <https://tinyurl.com/4dv5uzmh>  
Fecha de consulta diciembre 2022

**MAURER.** - Instaló en el fallido Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México de Texcoco, proyecto cancelado por una decisión exclusivamente política, 12 aisladores basales colocados en la cimentación de la torre de control, los tipos EPS son equipos mecánicos elastoméricos que desacoplan el suelo de baja consistencia y de alto contenido de agua dominante en la zona. (IMÁGENES 16 y 17).

## NAICM

**Diseño arquitectónico:** Foster and Partners y FR-EE



Imagen 16: Aislador basal EPS  
Fuente: <https://tinyurl.com/2ua6rdys>  
Fecha de consulta diciembre 2022

**Ubicación:** Municipio de Texcoco Edo. Mex.

**Superficie de proyecto por construir:** 743,000 m<sup>2</sup>

**Altura proyectada de la torre de control:** 90 m

**Suspensión de la obra:** 3 de enero de 2019



Imagen 17: Construcción NAICM año 2019  
Fuente: <https://tinyurl.com/2ua6rdys>  
Fecha de consulta diciembre 2022

## EDIFICIOS ALTOS CONSTRUIDOS POST TLC

Después de la firma el país se vio beneficiado de inversiones extranjeras de un alto valor financiero debido a inyecciones directas de dinero para expansión de empresas privadas, concentrándose principalmente en el Distrito Federal (actualmente CDMX) la mayoría de ellas, como resultado muchas firmas internacionales han instalado en México sucursales administrativas y de manufactura industrial de valores significativos. Igualmente, los inversionistas extranjeros contemplaron una gran oportunidad de negocios relacionados en la construcción de espacios arquitectónicos para oficinas y espacios para manufactura industrial, principalmente. Como consecuencia se han construido edifica-

ciones de mayor complejidad arquitectónica, por su altura y por las cargas y fuerzas que soportan sus estructuras, como las grandes torres ubicadas en el centro de negocios sobre la avenida Paseo de la Reforma: Torre Mayor, Torre Banco-mer, Torre Reforma, y Chapultepeuno, junto a otras destacadas ubicadas en otros sitios de la ciudad como Torre Manacar y Torre Mitikah o en las ciudades de Guadalajara el Hotel Riu Plaza y en la ciudad de Monterrey las Torres Obispado, Koi y Paradox. (CTBUH 2015).

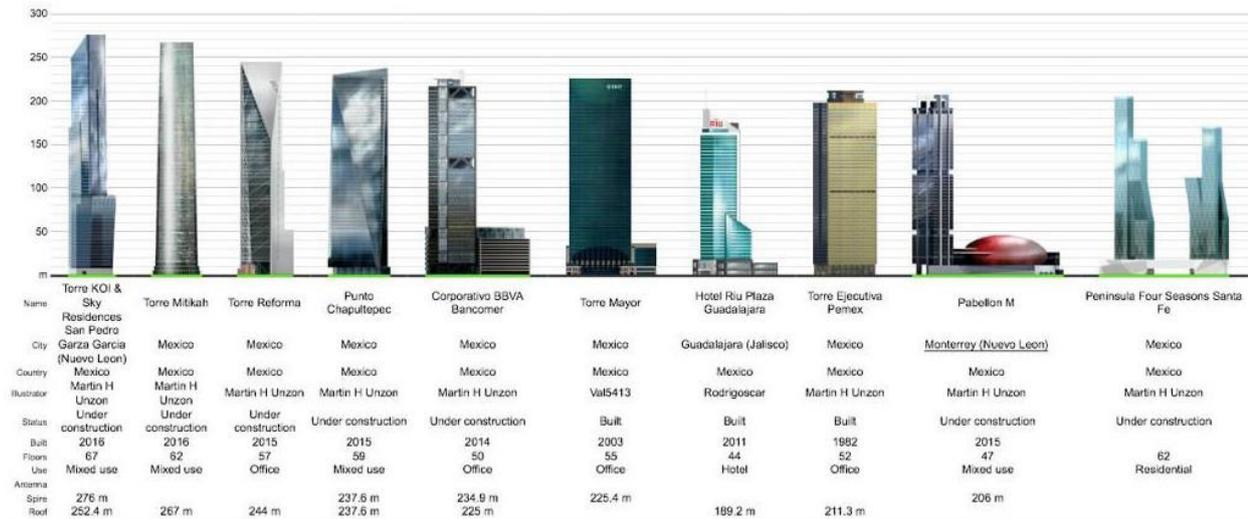
En el cuadro 2 se presentan los edificios más altos construidos en este siglo en el país.

En el cuadro 3 se presenta la comparativa en alturas de los edificios mencionados.

CUADRO 2.- Edificios altos construidos en este siglo en el país.  
Fuente: Elaboración propia

Año de construcción	Edificio	Ubicación	Altura sobre nivel de banqueta	Niveles
2020	Torre Obispado	Monterrey N.L.	305 m.	62
2017	Torre KOI	San Pedro Garza G. N. L.	279 m.	65
2022	Torre Mitikah	CDMX	267 m.	67
2016	Torre Reforma	CDMX	246 m.	57
2019	ChapultepecUno	CDMX	241 m.	50
2015	Torre BBVA	CDMX	235 m.	50
2003	Torre Mayor	CDMX	225	55
2015	Pabellón M	Monterrey N. L.	207	47
2011	Hotel Riu Plaza	Guadalajara Jalisco	204	42

CUADRO 3.- Comparativa en alturas de los edificios  
Fuente: <https://tinyurl.com/2wvaavp3>  
Fecha de consulta diciembre 2022



CUADRO 4 Fuente: Elaboración propia

Edificio	Ciudad	Sistema estructural base	Aplicaciones constructivas de alta tecnología	Tecnologías informáticas de gestión de proyectos
Torre KOI	Monterrey	Estructuración rígida	Concretos A. R.	Sin información
Torre Reforma	CDMX	Estructuración rígida	Acero estructural de A. R.	Concepto BIM
ChapultepecUno	CDMX	Estructuración rígida	Disipador de masa	Concepto BIM
Torre BBVA	CDMX	Estructuración dinámica	Disipadores colapsables	Concepto BIM
Torre Mayor	CDMX	Estructuración dinámica	Disipadores hidrodinámicos de energía	Sin información
Torre Virreyes	CDMX	Estructuración rígida	Acero estructural de A. R.	Concepto BIM
Torre Manacar	CDMX	Estructuración rígida	Acero estructural de A. R.	Concepto BIM

## Conclusiones

La evolución en la calidad de la arquitectura en todas las ciudades medianas y grandes del país ha sido muy notoria a partir de la última década del siglo XX siendo en los edificios de mayores alturas en donde el avance es más notorio, en el documento damos como punto de partida para esta nueva arquitectura a la integración de nuestro país a la "globalización económica" que se dio mediante la firma de intercambio comercial del TLC en sociedad con Canadá y Estados Unidos. El TLC permitió la introducción de nuevas tecnologías aplicables a la arquitectura, tanto para el diseño como la construcción y en gestión de proyectos, que anteriormente no eran utilizadas por los altos aranceles que el gobierno mexicano imponía a las importaciones.

En este artículo los autores hacemos una revisión de estas tecnologías a través del estudio de caso de las edificaciones altas más destacadas que se edificaron a partir del presente siglo, los ejem-

plos mencionados, que ahora podemos considerar íconos de nuestras ciudades, como Torre Reforma que ha sido distinguida con el premio "International Highrise Award" en el año 2016, Torre Mayor, Torre Bancomer, Torre Reforma, Chapultepec Uno o Torre Koi que a la fecha es la edificación más alta del país nos dan una idea muy clara de lo que han significado las tecnologías de punta para la evolución de la arquitectura en México.

Los objetivos buscados inicialmente para nuestra reseña, el de dar a conocer los resultados obtenidos del proyecto de investigación "El efecto de los terremotos en las edificaciones arquitectónicas y la tecnología de punta antisísmica aplicada a partir del siglo XXI", debidamente oficializado ante la UAM-Azc., y el de exponer los resultados de las exploraciones del campo profesional relacionados con el tema de construcción arquitectónica que realizamos cotidianamente para exponer ante nuestros alumnos de la UAM-Azc., esperamos haberlos cubierto en su totalidad.

## Bibliografía

CDP Background Paper No. 1 ST/ESA/2000/CDP/1 2000  
Economic Globalization: Trends, Risks and Risk Prevention  
GAO SINGHUAN

Bustos M., Sosa T. Anuario de Administración y Tecnología  
para el Diseño 2018. Edit UAM-Azc. Mex. 2018

Rojas C. Proyecto arquitectónico en zonas sísmicas. Edit.  
Palibrio. USA 2022

Engel H. Sistemas de Estructuras. Editorial Gustavo Gili.  
México 2003

Creixell M. Construcciones Antisísmicas. Edit. Compañía  
Editorial Continental. México 1969

Sistema integral de información. Diario oficial  
de la federación. Gob. Mex. 2017

Marsal R., Mazari M. El subsuelo de la Ciudad de México.  
Edit. UNAM. México 1969

Pons A. LEAN Construcción como sistema de producción  
para el siglo XXI. Ponencia en Seminario Internacional  
BIM. Conferencia en línea 2021.

CONICYT. Comisión nacional de investigación científica y  
tecnológica. México 2008

Geometrica, Inc. (2019, 16 abril). El Secreto del Museo  
Soumaya. Geometrica. <https://www.geometrica.com/es/latestnews/soumaya>

Montiel M., Terán G. The Structural design of tall special  
buildings. Publicación en línea. Wiley online library. 2013

Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Grade A Office  
Space in Mexico City. Thigt Sites and Shaky Ground.

## Referencias

<https://niasa.com.mx/los-7-edificios-mas-altos-de-mexico/>.  
(Easton-Algard-Tavolaro 2015).

<http://www.thinkinlean.com/>

<https://www.definicionabc.com/tecnologia/tecnologia-de-punta.php>

Beneficios de BIM | Modelado de información para la  
construcción | Autodesk

<https://ctbuh.org>

<https://www.geometrica.com/es/latestnews/soumaya>

<https://tinyurl.com/ymrym4ze>

<https://tinyurl.com/2wvaavp3>

<https://blogcires.mx/tag/tipos-de-suelo-en-el-distrito-federal-y-zona-metropolitana/>

<https://tinyurl.com/bdf9zpdv>

<https://tinyurl.com/3myr2hy9>

<https://tinyurl.com/4dv5uzmh>

<https://tinyurl.com/2ua6rdys>

## Acerca de los autores

El Arq. Moisés Bustos Alvarez es egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana en 1990. Colaboró en el Taller del Arq. Teodoro González de León de 1990 a 1998 y posteriormente de 2006 a 2007. Entre 1998 - 2006 laboró en DVA Diego Villaseñor Arquitectos. Académico de tiempo parcial de 1990 a 2015, y de tiempo completo a partir de esa fecha en la UAM Azcapotzalco, incorporándose al Colectivo de Docencia "Administración Tecnología -Arquitectura" impartiendo UEA's Sistemas Constructivos y Estructurales y Construcción. Premio a la Docencia 2019 por la División de Ciencias y Artes para el Diseño.

El Ingeniero Arquitecto Tomás E. Sosa Pedroza es egresado del IPN generación 1970-1975 Docente-investigador de la UAM-AZC, especialista en las UEA's (Unidades de Enseñanza Aprendizaje) en construcción pesada y administración de obras. Diseño, construcción y remodelación de diferentes proyectos arquitectónicos de casa-habitación, talleres para artistas visuales, Clínica-Hospital, consultorios de especialidades, plan general de las instalaciones del grupo educativo Tepeyac en Interlomas Edo. De Mex. Gerencia de construcción grupo S. y A. S. A. y Superintendente Grupo I.C.A. Construcción de diferentes líneas para el Sistema de Transporte Colectivo Metro en la Ciudad de México.







Este libro se terminó de imprimir el 16 de diciembre de 2022 en los talleres de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco en Av. San Pablo No. 420, Col. Nueva el Rosario, Alcaldía Azcapotzalco. C.P. 02128, Ciudad de México.