

TECNOCULTURA

Ciencia - Tecnología - Humanismo

Año 0, N° 2, mayo-agosto 2002

Sosa-Texcoco
Caracol de sales

Cultura del agua
Educación Ambiental

Lo que en computación
nos depara el inicio del
NUEVO MILENIO



NOVEDADES EDITORIALES

PROGRAMA DE DESARROLLO DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA 2001-2006



Programa de Desarrollo de la Educación Tecnológica 2001-2006, México, Secretaría de Educación Pública, 2002.

La Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas tiene la responsabilidad de contribuir a orientar e impulsar el desarrollo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (SNET) de acuerdo con las atribuciones que definen el ámbito de su competencia; en particular de las instituciones de educación tecnológica centralizadas en el Gobierno Federal, que corresponde coordinar.

Este documento es el conjunto de políticas elaboradas con la participación de nuestra comunidad, afirma el compromiso con los principios y mandatos del artículo tercero constitucional; que aporta los fundamentos para que en el año 2025 México cuente con un Sistema Nacional de Educación Tecnológica amplio y equitativo, flexible y articulado, dinámico y diversificado. Que ofrezca educación para el desarrollo integral de la población, con mecanismos efectivos de participación de la sociedad en su transformación y el reconocimiento nacional e internacional por su buena calidad.

Programa Nacional de Educación 2001-2006, México, Secretaría de Educación Pública, 2001.

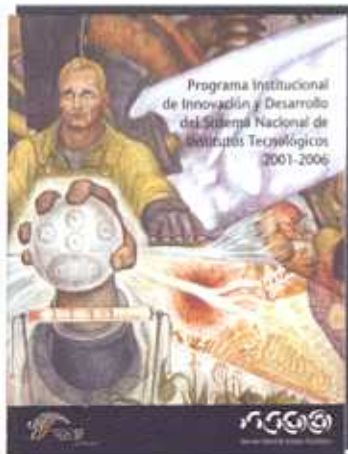
El Programa parte de los objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo y considera la complejidad del cambio educativo que es necesario emprender para que el país asegure su desarrollo sustentable, y la necesidad de realizar un trabajo largo y consistente para hacerlo realidad. Por ello sus políticas buscan dar continuidad a esfuerzos valiosos, pero a la vez proponen nuevas líneas de acción y metas que permitirán al Sistema Educativo Nacional enfrentar con oportunidad y sentido de anticipación, así como con niveles crecientes de calidad los retos del nuevo siglo.

En la formulación de este Programa se consideró indispensable construir un escenario deseable de la educación nacional y de cada uno de sus tipos a 2025 con el fin de diseñar las políticas y orientar las acciones a desarrollar en el corto y mediano plazos.



Programa Institucional de Innovación y Desarrollo del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, México, Dirección General de Institutos Tecnológicos, 2002.

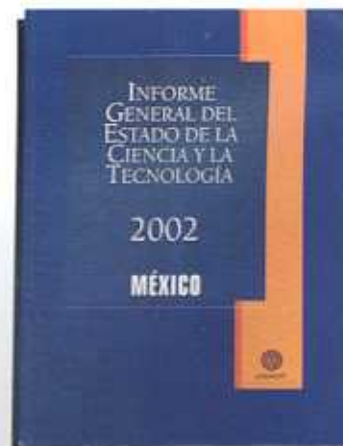
En este programa se señalan las principales características del quehacer educativo del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT), así como sus propósitos a mediano y largo plazos, en el marco de un complejo contexto global en el que se analizan aspectos locales, nacionales e internacionales que inciden de diversas maneras en el desarrollo de la educación superior tecnológica. Este documento tiene como sustento al Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, así como los programas sectorial y subsectorial correspondientes, por lo que su contenido y estructura guardan una estrecha relación con la de estos últimos. En su conjunto, este programa resume la visión que de sí mismo tiene el Sistema, así como los compromisos que asume con la sociedad mexicana para asegurar, en el mediano plazo, una mejora sustancial y significativa de la educación que imparte a los mexicanos que habrán de integrarse al capital humano que tiene la tarea de enlazar el desarrollo de nuestro país con las más avanzadas tendencias del desarrollo en el mundo.



Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2002, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2002.

Con base en la Ley de Ciencia y Tecnología dispone en su décimo artículo como una de las atribuciones del CONACYT, integrar anualmente un informe sobre el estado que guarda la ciencia y tecnología en México, en este documento aborda el entorno general de las actividades científicas y tecnológicas nacionales, analizando variables que reflejan el comportamiento de estas actividades e incluyen diversas estadísticas de otros países, con la finalidad de ubicar a nuestro país en el contexto mundial, señalando los rubros en los cuales existen rezagos respecto a otras economías.

Las estadísticas incluidas son un marco de referencia para establecer un punto inicial de partida, en conjunto con las diversas metas propuestas en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT) 2001-2006.



El Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec tiene establecido, como parte de su objeto, promover la cultura nacional y universal, especialmente la de carácter tecnológico; a través de la revista *Tecnocultura*, se difunden los avances de la investigación y el desarrollo científico, tecnológico y su impacto en la sociedad y en la cultura, considerando aspectos históricos y filosóficos, así como estudios prospectivos orientados a visualizar el futuro viable y sustentable de nuestro planeta, reflexionando desde luego, que en el presente el progreso económico y social depende en cierta medida del uso racional de la producción científica y tecnológica nacional y mundial.

En este número de la revista *Tecnocultura*, se presenta un artículo relacionado con la educación ambiental y la cultura del agua de Héctor Mayagoitia Domínguez, director de Educación Ambiental del Gobierno del Distrito Federal, en donde señala la importancia del uso racional de este vital líquido; para evitar que la población mundial tenga que enfrentar una grave escasez de agua en las próximas décadas, debemos reducir las fugas y el desperdicio especialmente en la agricultura, y en el uso doméstico.



EDITORIAL

Ahora existe un consenso acerca del concepto general de desarrollo sostenible sobre tres pilares, económico, social y ambiental acerca de este tema, se presentan dos artículos: "Hacia una ciudad sustentable" de José Porfirio Camacho Ortuño coordinador de estudios especiales de la Dirección de Servicios Urbanos de la delegación Tlaxcalco y "Población y medio ambiente" que es el informe Hopkins, en donde se sugiere que el desarrollo sostenible y sustentable sólo puede alcanzarse mediante una vinculación cercana entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil.

En este ejemplar Adolfo Guzmán Arenas, destacado investigador mexicano, narra de una manera amena y divertida situaciones, imaginarias de lo que será la computación en el inicio del nuevo milenio.

En esta edición se incorporan los comentarios de expertos en la edición de revistas de divulgación científica, quienes recomendaron incorporar las secciones de *Tecnobumor* y *Tecnored*, que se ponen a la consideración de los lectores de *Tecnocultura*; y se mantiene la sección *Promotores de la ciencia y la tecnología* como un homenaje a los investigadores, creadores del conocimiento.



Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

DIRECTORIO

LIC. ARTURO MONTIEL ROJAS
Gobernador Constitucional del Estado de México

ING. ALBERTO CURI NAIME
Secretario de Educación, Cultura y Bienestar Social del Estado de México

ING. AGUSTÍN GASCA PLIEGO
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

AUTORIDADES DEL TESE

M. EN C. CARLOS LEÓN HINOJOSA
Director General

M. EN C. MARIO QUEZADA ARAGÓNEZ
Director Académico

C. P. ANIBAL PACHECO GÓMEZ
Director de Administración y Finanzas

ING. ERNESTO RAMOS ALVARADO
Director de Vinculación y Extensión

LIC. JAVIER VILLEGAS ALTAMIRANO
Abogado General

ING. PONCIANO VALERO DOMÍNGUEZ
Jefe de la Unidad de Planeación

C.P. JOSÉ LUIS MORENO HERNÁNDEZ
Contralor Interno

CONSEJO EDITORIAL

DR. ADOLFO GUZMÁN ARENAS

DR. JUAN JOSÉ SALDARA

DR. FELICIANO SÁNCHEZ SINENCIO

DR. MANUEL MENDEZ NONELL

DR. CARLOS ORNELAS



Contenido

Educación Ambiental
Cultura del Agua

Héctor Mayagoitia Domínguez

4



Tecnohumor



38

Población y medio ambiente



Lo que en computación nos depara el inicio del nuevo milenio

Adolfo Guzmán Arenas

30



Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, es una publicación cuatrimestral. El número corresponde a mayo-agosto de 2002, se terminó de imprimir en noviembre de 2002. Tiene un tiraje de 1000 ejemplares. Editor responsable: María Isabel Arroyo Pérez. Diseño y formación: Rocío Múñoz Alcántara, Marcos Meléndez. Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Hank González, Esq. con Av. Valle del Mayo, Col. Valle de Anáhuac C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 3710 45 60, Fax ext. 309. Correo electrónico: tecnocultura@tese.edu.mx. Número de certificado de libertad de título y de contenido en trámite; número de Reserva al título de derechos de autor en trámite; Imprenta: Huevo Impresores, domicilio Texcoco Me. 313 Lote 38 No. 76 Cd. Atlixca, Ecatepec, Estado de México. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en Tecnocultura siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores. Número de autorización del Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal A: 2052/151/02

11

Promotores de la ciencia y la tecnología



12

Sosa - Texcoco
Caracol de sales
Rafael Ramírez Agama



16

Hacia una ciudad
Sustentable
José Porfirio Camacho Ortuño



19

Sistema
Cutzamala
Humberto Whaibe Arredondo



25

Tecnored



26

Producción científica y tecnológica
y su impacto económico
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Educación Ambiental

Cultura del agua

Héctor Mayagoitia Dominguez

Director de Educación Ambiental
del Gobierno del D.F.



Nuestro planeta se origina hace unos 4 mil 600 millones de años y mil 400 millones después se inicia la vida celular; las plantas terrestres aparecen hace 400 millones de años y los animales terrestres 50 millones de años después, los predecesores de los seres humanos aparecen hace dos millones de años, pero el hombre moderno (*Homo Sapiens*) apenas se desarrolla durante los últimos 100 mil años.

Durante muchos milenios el hombre vivió en equilibrio con los recursos naturales existentes, en gran medida debido a la escasa población del planeta, pues todavía al iniciarse nuestra era, apenas ascendía a 250 millones de habitantes, en 1700, llega a 700 millones, en 1900 a mil 600 millones, y en la actualidad se cuenta con más de 6 mil millones de habitantes.

Ha sido especialmente durante los últimos 200 años, cuando el hombre ha deteriorado gravemente su medio ambiente, destruyendo bosques y selvas; erosionando grandes extensiones de tierra fértil; desapareciendo millares de especies vegetales y animales; agotando y contaminando el mar y los suelos; contaminando la atmósfera; destruyendo parte de la atmósfera; acelerando el agotamiento de recursos naturales no renovables y lo que es peor, degradando seriamente la calidad de vida de la mayoría de los habitantes de la tierra, lo cual se agravará al duplicarse (en la segunda mitad del siglo XXI) la población demandante de alimentos, vivienda, servicios y fuentes de trabajo; el hombre vivirá entonces, en un medio ambiente con recursos naturales sustanciales disminuidos y deteriorados:

Es por ello, que durante los últimos años ha cobrado importancia y preeminencia el llamado desarrollo sustentable, que busca impulsar el crecimiento económico y social de cada comunidad, de cada país y del mundo en general, pero sin deteriorar seriamente el medio ambiente, en forma tal que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga racional y en lo posible se recuperen los utilizados, para garantizar que las siguientes generaciones puedan seguir dependiendo de ellos en forma sostenida o sustentable, al mismo tiempo que disminuya la contaminación originada por los desechos, los cuales deben reciclarse, para reutilizarse en múltiples ocasiones, y disminuyendo, drásticamente, el consumo excesivo de agua, energéticos, materias primas y productos elaborados.

En México se decreta la primera Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en 1988, estableciendo el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; pero en el Estado de México donde en 1997, en forma pionera, se decreta su avanzada Ley de Protección al Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable, regulando el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración de los elementos naturales de manera que sea compatible la obtención de beneficios económicos con la preservación de los ecosistemas.

Indiscutiblemente que la reunión mundial "Cumbre de la Tierra", celebrada en Río de Janeiro en 1992, fue el detonador para hacer conciencia, en los círculos gubernamentales de la trascendencia de planear el futuro de la humanidad, con base en el concepto de sustentabilidad presentando en 1987 a la Asamblea General de las Naciones Unidas en el documento "Nuestro Futuro Común" donde se definía que el desarrollo sustentable, es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

Este ecodesarrollo, dentro de un marco ecológico, trata de armonizar los objetivos económicos y sociales con una administración sana y racional de los ecosistemas; es decir, implementar un desarrollo adaptado ecológicamente a la biología humana; en realidad este desarrollo ecológico no es sólo un estilo tecnológico de mejorar las condiciones de vida humana sin deteriorar el ambiente, más bien implica el uso de modalidades propias de la organización social y un sistema de educación pública de un nuevo tipo, identificando el potencial productivo del sistema para la utilización racional, conservación y mejoramiento del medio ambiente humano.

Por ello se ha llegado a plantear que así como se manifiesta la riqueza y prosperidad de un país por su Producto Interno Bruto (PIB), debería incorporarse la demanda ecológica total entendiendo por ésta, la cuantificación de los recursos (naturales renovables y no renovables), que anualmente se utilizan o se deterioran para incrementar el PIB, ya que por ejemplo, si hubiese mercado podría someterse la riqueza forestal a una explotación masiva y durante ese periodo se incrementarían sustancialmente los ingresos o sobre explotar la riqueza petrolera con el mismo propósito; pero en ambos casos estaría atentando gravemente contra el patrimonio de la nación y de las siguientes generaciones, ya que como recordaba Luis Donald Colosio, "El mundo no lo heredamos de nuestros padres, si no lo tenemos prestado por nuestros hijos".

En 1991, en la reunión de Río de Janeiro, "Cumbre de la Tierra" se concluye: La educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sustentable y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo.



Impulsar la creación de una cultura ambiental, es el único camino para lograr la sustentabilidad

Ese mismo año México, Estados Unidos y Canadá al amparo del Tratado de Libre Comercio, suscribe el memorándum de entendimiento en Educación Ambiental con el propósito de cooperar en los problemas de difusión y desarrollo de la educación ambiental, para contribuir con la protección del medio ambiente, para mejorar la calidad de vida e incrementar la conciencia pública y el cambio de actitudes hacia el logro del desarrollo sustentable en sus propios países. También hay conciencia de que la educación ambiental es el camino en el que se puede y debe proyectar el desarrollo sustentable, incorporado a toda la población, pero particularmente a los niños, ciudadanos del futuro, a quienes les toca tomar decisiones para restaurar y mejorar el medio ambiente que heredarán a sus hijos y a los hijos de sus hijos.

En todas las entidades de la república se están reallizando esfuerzos por atender, en mayor medida, la educación ambiental formal o escolarizada; la no formal o la no escolarizada, y la informal o extra escolar. También en este rubro, el Estado de México va a la avanzada, al haber elaborado libros complementarios de educación ambiental para cada uno de los grados de primaria y haber establecido, en el tercer grado de secundaria, la asignatura opcional de Educación Ambiental, la cual se ha propuesto se instituya como obligatoria tal como acontece en las secundarias generales oficiales del Distrito Federal.

La educación ambiental también incluye la práctica de tomar decisiones y formular un código de comportamiento respecto a cuestiones que conciernen a la calidad ambiental. En México se ha planteado que la educación ambiental formal se refiere a la promoción de la incorporación de la dimensión ambiental en la estructura curricular de los dis-

tintos niveles del sistema educativo nacional de manera interdisciplinaria con las otras áreas del conocimiento, asimismo abarca la promoción de cuadros profesionales especializados en diversas áreas vinculadas con la gestión ambiental.

Se ha definido a la educación ambiental no formal como aquella que se desarrolla paralela o independiente a la educación formal y que por tanto no queda inscrita en los programas de los ciclos del sistema escolar y aunque las experiencias educativas sean secuenciales, no constituyen niveles que preparen para el siguiente.

Finalmente la Educación Ambiental informal se realiza a través de publicaciones diversas, radio, cine y televisión, con el fin de informar sobre tópicos ambientales y sumar a la ciudadanía en acciones de preservación y restauración de los recursos naturales y protección del medio ambiente.

En realidad, la educación ambiental deberá fortalecerse desde los niveles de preescolar y primaria hasta el nivel de posgrado, a través de una adecuada planeación y secuencia, además de impulsar la educación extra escolar en materia ecológica, pues sólo si la mayoría de la gente reconoce la importancia que para el bienestar humano representa la calidad y cantidad de los recursos naturales que le rodean, se podrá mejorar la calidad de vida.



A este respecto, también la Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México, enfatiza la importancia de la educación ambiental en su artículo 9, incorporando (en el medio de su competencia) contenidos ecológicos y ambientales teórico-prácticos en los programas de los diversos signos educativos hasta el nivel medio superior, además de promover, ante las otras instituciones educativas la incorporación de criterios y metas de desarrollo sustentable. Culmina el artículo 9, con el compromiso de desarrollar políticas de comunicación social para fortalecer la conciencia ecológica de todos los sectores de la población.

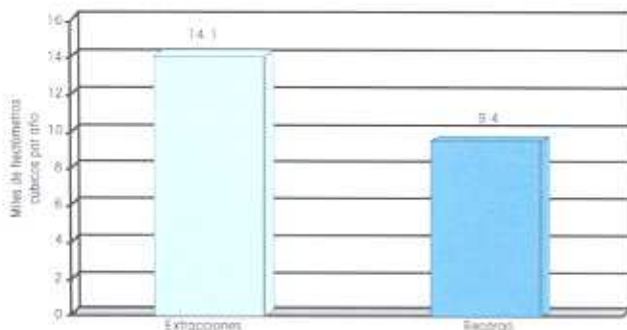
Este enfoque de impulsar la creación de una cultura ambiental, es el único camino para lograr la sustentabilidad (motivo de la preocupación de este foro) con la conciente y activa participación de todos los estratos de la población. Debemos estar concientes de que no podemos aspirar a un desarrollo sustentable si continuamos disminuyendo nuestras áreas boscosas a un ritmo de 600 mil hectáreas anuales (2 mil 600 hectáreas, en promedio en el Estado de México

y con 500 en el Distrito Federal), con sus implicaciones en la disminución en la recarga de los acuíferos, la pérdida de la biodiversidad, el alto índice de suelo erosionado, que ya asciende a 250 mil hectáreas en el Estado de México, de las cuales casi la mitad se localiza en áreas boscosas y el resto fuera del bosque, aunque en gran medida en suelos de vocación forestal, considerando que durante el Siglo XX la superficie arbolada del Estado de México ha disminuido en más de 350 mil hectáreas, no obstante los programas de reforestación que se están llevando a cabo los últimos años; a su vez en el Distrito Federal se han perdido 32 mil hectáreas debido a invasiones, incendios forestales y cambios en los usos del suelo.



Esta situación está íntimamente vinculada con la más grave amenaza para el desarrollo sustentable de la Zona Metropolitana del Valle de México: la escasez de agua. Debido al abatimiento de los mantos freáticos (casi un metro cada año) y a los crecientes problemas sociales que se están presentando al depender, excesivamente, de cuencas que la requieren para su propia subsistencia. Ante este panorama, en la plataforma política 1999-2005, el Lic. Arturo Montiel se propuso fomentar una nueva cultura para el uso del agua, mediante campañas de sensibilización ciudadana, que promoverán el ahorro y el uso eficiente del vital líquido.

Aunque es cuantioso el volumen de lluvia que cae sobre el Estado de México (22 mil 500 millones de metros cúbicos anuales), la mayor parte se evapotranspira y sólo alrededor de 970 millones de metros cúbicos se infiltran a los acuíferos locales, mientras que el consumo de agua para uso doméstico y comercial es de unos mil 300 millones de metros cúbicos anuales. Para prevenir el incremento de la sobreexplotación de los acuíferos propios, el Programa Estatal de Protección al Ambiente 1996-1999, marca como estrategias la recuperación de la cuenca alta del río Lerma y el uso eficiente del agua; inducción del uso del agua tratada en actividades industriales, comerciales y de servicios, esto último de particular importancia ya que la demanda de agua de la industria del Estado asciende a cerca de 233 millones de metros cúbicos anuales, siendo factible aumentar la proporción que actualmente se utiliza de agua tratada en procesos que no requieren agua potable.



Tanto el agua de desecho industrial como la municipal y comercial, mezclada con enormes cuantías de agua de lluvia sale de la cuenca de México con rumbo al Golfo de México, en vez de tratarla adecuadamente y utilizarla para recargar el sobre explotado acuífero.

No siendo posible separar los problemas ambientales (y en particular los del agua) que afectan a los mil 490 km² del Distrito Federal de los 3 mil 229 km² del área conurbana del Estado de México, tienen que realizarse, coordinadamente todo tipo de acciones para recargar el manto acuífero común en beneficio de los más de 18 millones de habitantes de esta gran metrópolis, en vías de formar parte de una megalópolis.

Hay que resaltar que el nivel piezométrico del acuífero se abate más de 90 cm cada año, como consecuencia de la sobre explotación, que se localiza a más de 100 metros de profundidad, con un espesor de 100 a 300 metros, abarcando una extensión de 3 mil 488 km², de los 9 mil 560 km² que integran la cuenca de México. Sobre esta extensión cada año llueven cerca de 7 mil millones de metros cúbicos, de los cuales cerca del 80% se evapora o es absorbido por las plantas, 8.7% corre superficialmente o en corrientes interiores con rumbo al drenaje y alrededor del 11.3% se infiltra al suelo para recargar el acuífero, o sea que sólo unos 790 millones de metros cúbicos logran llegar al acuífero y otra pequeña cantidad se manifiesta en manantiales. Puesto que la extracciones es de 4 mil 919 millones de metros cúbicos, hay un déficit hidráulico considerable.

A este respecto, se ha señalado que casi 80% de la de por sí escasa recarga del acuífero (788 millones de metros cúbicos anuales, según Elías Sahab), se realiza a los 820 km² que constituyen el suelo de conservación del Distrito Federal y que el área urbanizada (680 km²) contribuye con muy poco por estar asfaltada y casi toda la lluvia se va al drenaje, saliendo posteriormente de la cuenca, mezclada con las aguas residuales (aproximadamente 45 m³/s). Por ello, desde 1943 se han intentado obras de recarga artificial



del acuífero, como el anegamiento mediante modificación de canales de corriente del río Magdalena que se suspendió en 1960 por problemas de inundaciones. También en 1953 se inició la recarga artificial del acuífero, con pozos de infiltración, pero por problemas operacionales se clausuraron los 42 pozos no obstante que se logró una infiltración de 0.1 a 0.3 m³/s, según se reporta en "El Agua y La Ciudad de México", concluyéndose que para el mayor éxito y multiplicación de estas acciones, es indispensable realizar estudios geohidráulicos para seleccionar los sitios adecuados (lejos de los pozos de extracción) para realizar la recarga y controlar la calidad de las aguas a infiltrar o inyectar.

Entre las acciones más recientes (y con relativo éxito) que se han puesto en marcha para recargar artificialmente el acuífero, destacan el proyecto de utilizar mil litros por segundo del agua tratada a nivel terciario, de la planta de tratamiento de aguas residuales "Cerro de la Estrella" se pretende que por anegamiento contribuir a la recarga del acuífero; el pozo de absorción por inyección directa "San Luis 15" a donde llega una línea de agua tratada a nivel terciario, de la planta de tratamiento de aguas residuales "San Luis Tlaxialtemalco", con una tasa de inyección de 60 litros por segundo y como parte del grandioso proyecto de rescate del Lago de Texcoco, se inyectan a presión 50 litros por segundo, de aguas negras tratadas a nivel terciario.

Ante la creciente amenaza mundial de que se vayan agotando los acuíferos, por la insuficiente recarga natural con agua de lluvia, con relación en la excesiva extracción de agua subterránea, en los últimos años han proliferado las técnicas de recarga artificial, empleando aguas residuales de tipo municipal, industrial y agrícola, debidamente tratadas y seleccionando rigurosamente los sitios y técnicas de infiltración.

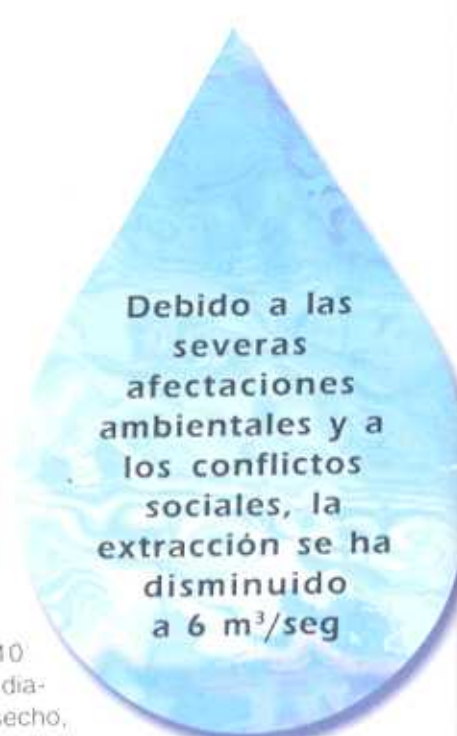
Un ejemplo destacado, es la planta de tratamiento y potabilización instalada en 1985, en el Paso Texas, para salvar el acuífero del Bolsón del Hueco, el cual, por la sobreexplotación ejercida por los habitantes de Ciudad Juárez y de El Paso Texas, corría el riesgo de agotarse en pocos años, ya que el nivel freático estaba bajando 61

cm al año (el de la ciudad de México baja más de 90 cm anuales).

La planta procesa 10 millones de galones diarios de agua de desecho, incluyendo la proveniente de regaderas, sanitarios y cocinas, hasta convertirla en agua potable, que se inyecta al acuífero del Bolsón del Hueco a través de una serie de pozos de infiltración para mezclarse con el agua natural del acuífero en proporción de 20 a 1; al estabilizarse por dos años, se bombea a los pozos de agua potable Del Paso mediante la infiltración para mezclarse con agua natural del acuífero, en proporción de 20 a 1 y después de donde se extrae y distribuye a la población de ambas ciudades.

Aún más avanzado tecnológicamente, es el proyecto de repurificación de agua en San Diego, California, para reutilizar agua de desecho como agua potable, después de tratarla con varias tecnologías combinadas (ultrafiltración, osmosis inversa, ozonización, intercambio iónico) antes de mezclarla con agua de otros orígenes, para garantizar la calidad de los 76 mil metros cúbicos que se producirán diariamente.

Israel depende en gran medida de los mantos acuíferos de Cisjordania, que les abastecen de la casi totalidad del agua dulce para consumo humano y por ello, previendo situaciones difíciles para el futuro: tiene una política de recargar sus acuíferos con agua de mar desalada en varias plantas, incluyendo una con capacidad de 27 mil metros cúbicos diarios. Recientemente, el estado de Sonora ha proyectado recargar el sobreexplotado acuífero que abastece a la ciudad de Hermosillo, con agua de mar desalada en una planta desaladora que está en licitación. Estos ejemplos señalan otros caminos más viables y sustentables que la mayor dependencia de fuentes externas para satisfacer las necesidades de agua potable aprovechando en mayor medida su propio acuífero, pero propiciando la disminución (no el incremento) de su sobreexplotación.



Debido a las severas afectaciones ambientales y a los conflictos sociales, la extracción se ha disminuido a 6 m³/seg

Ya en la actualidad, los 65 m³/s que consumimos en la zona metropolitana del Valle de México (cerca de 36 m³/s en el Distrito Federal y 29 m³/s en los municipios conurbados del Estado de México) no son suficientes y por ello en algunas colonias se aplican restricciones y tandeos, además de que en algunas zonas el agua llega con poca presión y con una mala apariencia, debido a que al profundizarse el bombeo se extrae agua magnética con altos contenidos de hierro, manganeso y boro, principalmente.

Del consumo total, 71.1 % proviene del acuífero de la zona metropolitana del Valle de México, 8.8 % de la cuenca del Lerma, 17.7 % de la cuenca del Cutzamala y 2 % de ríos y manantiales locales. De los 46 m³/s que se extraen del propio acuífero, las lluvias apenas logran recargar cerca de 25 m³/s. Actualmente, se bombea agua hasta de 450 metros de profundidad, en la cuenca principal, al sur de la Sierra de Guadalupe, pero con la perspectiva de llegar a bombear a más de 1000 metros de profundidad al norte de la Sierra de Guadalupe, pero con el riesgo de que con ello pudiera ace-



lerarse el hundimiento de la ciudad de México que aunque es de 9 cm en promedio anual, hay zonas de la ciudad en que el hundimiento alcanza los 40 cm, siendo cada vez más frecuentes las grietas en el asfalto, debido al desecamiento de las arcillas, altamente comprensibles, haciendo especialmente susceptibles a las construcciones civiles, durante los sismos regulares o de gran magnitud.

Debido a fugas externas e internas, cerca del 35 % del agua captada no llega a ser utilizada y por ello, al calcular el consumo diario por habitante de agua potable, asciende a 360 litros en el D.F. y a 270 en los municipios conurbados. A su vez el consumo se destina en un 67 % a necesidades domésticas, 17 % a usos industriales y 16 % a servicios y actividades comerciales. De la elevada proporción consu-

mida en los hogares, 40 % se va en los excusados, 15 % en el lavado de ropa, 6 % en la limpieza de los utensilios y 30 % se pierde en fugas o se desperdicia por dejar abiertas las llaves en momentos en que no es indispensable que corra el agua. Se considera que el déficit actual es de 7 m³/s y cada año se suma al requerimiento adicional de casi un metro cúbico por segundo.

Como no es aconsejable perforar más pozos para extraer más de los 46 m³/s actuales del propio acuífero se ha planeado traer 4 m³/s (2 para el Distrito Federal y 2 para el Estado de México) del río Temascaltepec, pero los habitantes de la zona principalmente de los municipios de Cutzamala, y de Altamirano, Guerrero, tienen varios años oponiéndose a compartir el agua con los derrochadores capitalinos (propiciado por cuotas altamente subsidiadas), quienes consumimos alrededor de 350 litros diarios por persona, cantidad que casi duplica el gasto de ciudades importantes de Japón, Europa y Estados Unidos.

Así pues, la lucha por el agua se está agravando y aleja la posibilidad de satisfacer las crecientes necesidades de la Zona Metropolitana del Valle de México, con base en traer más agua de otras alejadas cuencas, como se proyectó, conduciendo primero 5 m³/s de Temascaltepec y posteriormente 14.2 m³/s de la cuenca de Amacuzac; 14.7 m³ de la cuenca de Tecolutla y 7.0 m³/s de la cuenca Tula-Taxhimay.

La realización de esas magnas obras no sólo requerirían cuantiosas inversiones económicas (120 millones de dólares por cada metro cúbico por segundo), sino además elevados consumos energéticos (1,600 millones de kilowatts hora cada año consume el sistema Cutzamala), pero lo más difícil será convencer a las comunidades involucradas, sin ocasionar serios problemas sociales.

Consecuentemente, es conveniente buscar e instrumentar soluciones complementarias a la "importación" de los 18 m³/seg del sistema Lerma-Cutzamala y a la extracción de 46 m³/s del acuífero de la cuenca de México, teniendo al autoabastecimiento sustentable.

Bajo ninguna circunstancia se debe incrementar la sobre explotación del acuífero, pero se puede extraer una mayor cuantía, en la medida que se inyecte y se retenga una mayor cantidad de agua útil para recargar el acuífero, y ésta sea la cantidad máxima adicional que se extraiga.

Por ello, el Comité de Academias para el Estudio de Suministro de Agua de la Ciudad de México, ha propuesto que se realice un programa de investigación para determinar las características hidrológicas, fisicoquímicas y biológicas de los acuíferos de la cuenca de México, que conside-

re el grosor, la amplitud y la profundidad del acuífero; así como la porosidad, permeabilidad, capacidad de almacenamiento y conductividad hidráulica de los acuíferos, como factores para la óptima ubicación de pozos de extracción y sitios de recarga, para así determinar el rendimiento óptimo del acuífero.

Simultáneamente, habría que proyectar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, a nivel terciario, para disponer de 7 a 10 m³/s de agua reciclada para mezclarse con agua subterránea de la cuenca (en sitios propicios) y revertir así el desequilibrio hidráulico, con agua que sea compatible y por lo menos de la misma calidad que el agua que se encuentra en el subsuelo.

Consecuentemente, es conveniente impulsar todo tipo de acciones para utilizar, óptimamente, el preciado líquido y reusarlo cuantas veces sea posible, antes de que se evapore o se vaya al drenaje en forma definitiva por salir de la cuenca, ya que antes de ello, aún se puede recuperar para su tratamiento a nivel terciario y reutilizarla para recargar el acuífero o para otros usos en que no se requiera agua potable.

Tal sería el caso de las 4 macro-plantas proyectadas inicialmente para tratar 74 m³/s de aguas de desecho, ahora ajustado el proyecto para tratar sólo 49 m³/s a nivel prima-



rio avanzado, o sea sin la posibilidad de que una parte pudiera aprovecharse en la propia cuenca, antes de vaciarse al río Moctezuma y luego la cuenca del río Panuco después de utilizarse la mayor parte, en riego agrícola, especialmente en el Valle del Mezquital. Aunque sólo 4 de las 32 plantas existentes del tratamiento de aguas de desecho lo hacen a nivel terciario, sería muy útil que por lo menos 2 m³/s se canalicen a recargar el acuífero, con técnicas de

inundación o de pozos de absorción, en sitios propicios y que los 5 m³/s, que complementan la capacidad instalada (actualmente sólo se tratan 4.8 m³/s) sigan sirviendo a los propósitos de sustituir el consumo de agua potable en riego de áreas verdes, industriales y recarga de los canales de Xochimilco.



Mientras que en la ciudad de México y la zona conurbada del Estado de México se recicla 15 %, en los Angeles se recicla 70 %, en Madrid 98 % y en Estocolmo el 100%, por señalar algunos ejemplos.


Puesto que los 7 mil millones de metros cúbicos que llueven actualmente, son muy superiores al consumo total anual de cerca de 2 mil millones de metros cúbicos, se requiere disminuir la evaporación y la pérdida en el drenaje, impulsando la infiltración al suelo y la captación, almacenaje y uso de la máxima cantidad posible del agua pluvial.

Adicionalmente a estas acciones para propiciar la recarga del acuífero, captando, reteniendo e infiltrando la máxima cantidad posible del agua de lluvia, se deben impulsar otros tipos de acciones y proyectos como el uso de adopasto, adocreto y piedra bola en banquetas y carriles; recepción de agua pluvial en tanques, tinas y cisternas para uso ulterior; canalización hacia resumideros naturales; desazolve de presas, lagunas, cauces y canales, brindando especial atención a las limpiezas de las barrancas, instruyendo más canales laterales de desagüe y realizando diversas obras de conservación de suelos, para disminuir la pérdida de agua pluvial. Puesto que la cubierta del piso boscoso retiene enormes cantidades del agua pluvial, es fundamental su conservación, evitando la tala de árboles y sobre todo impidiendo los asentamientos hu-



En el Distrito Federal se tienen registrados 414 pozos. Sin embargo se estima que existen de 5,000 a 10,000 pozos ilegales

manos irregulares, los cuales no sólo estorban el libre flujo del agua, sino que producen líquidos y sólidos que eventualmente contaminan el acuífero.

También, durante los últimos años, se ha reforzado el programa de rehabilitación de pozos (inclusive en el alto Lerma) de agua potable y la supresión de las múltiples fugas (ocasionadas por tuberías obsoletas y por los hundimientos diferenciales del terreno) ocasionando una pérdida de más de 12 m³/s, que en su mayor parte van a dar a las alcantarillas para mezclarse con las aguas negras y finalmente al gran canal o al drenaje profundo y otra parte se evapora directamente de los charcos y corrientes de agua que se acumulan en el pavimento. 

PROMOTORES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

Dr. René Drucker Colín
Presidente de la Academia Mexicana de las Ciencias.



- Ingeniero por la UNAM.
- Doctor en Fisiología por la Universidad de *McGill* en Canadá (1971).
- Coordinador de la investigación científica de la UNAM (2002).
- Becario de la *Association for Research* *Bochater* (1973-1974).
- Premio Nacional de Ciencias y Artes (1987).
- Miembro del Consejo Consultivo de Ciencias para la Presidencia de la República a partir de 1989.
- Investigador Nacional nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadores desde 1984 y emérito desde 1998.
- Recibió la Orden Andrés Bello clase Banda de Honor por parte del gobierno de la República de Venezuela en 1998.
- Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (2000-2002).
- Presidente de la Sociedad Latinoamericana del Sueño (1992-1994).
- Premio UNAM en 1988.
- Premio Fundación Mexicana para la Salud en 1995.
- Premio Miguel Otero al Mérito en Investigación Científica en 1999.
- Premio a la Excelencia Médica por parte de la Secretaría de Salud en 2000.



Dip. Rafael Ramírez Agama

Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Participación Ciudadana

Hugo Monroy Luna

Departamento de Educación Ambiental

El municipio de Teatepec de Morelos se encuentra localizado al norte del DF, dentro del llamado Valle de México, tratándose en realidad de una cuenca de tipo endorreica ya que no tiene una salida natural hacia el mar.

Conforme a la tradición, hacia el año de 1160, procedentes de las tierras de Aztlán llegan los aztecas al Anáhuac y esta tribu, por entonces nómada, trató de establecerse en las tierras ribereñas de los lagos que en ese entonces, cubrían la mayor parte de las zonas bajas de la cuenca; hacia el año de 1325 fundaron en un islote su ciudad Tenochtitlán.

El primer problema que se les presentó, fue la falta de espacio, para la construcción de sus casas y para el desarrollo de su agricultura, pues, los islotes, tenían

una superficie disponible muy reducida e insuficiente para alojar a la primitiva población de esta ciudad; se calcula que la superficie total de los islotes debe haber sido de sólo unas 15 a 20 hectáreas.

Se supone por los datos existentes, que el islote mayor en el cual se construyó el templo debe haber sido de las dimensiones comprendidas entre las actuales calles de Justo Sierra, la Moneda, el Carmen y Brasil o sea un espacio aproximado de 6 a 8 hectáreas.

Esta dificultad fue venciendo a medida que se desarrollaba la ciudad con la construcción de chinampas como las del actual lago de Xochimilco; tierra acarreada de las riberas o del fondo de los lagos y colocada sobre entramadas toscamente tejidas; todo esto se iba fijando

con el tiempo mediante estacadas y con una vegetación que se desarrollaba sobre ellas, se ligó a la ciudad con las riberas del lago mediante la construcción de calzadas, esta obra, una de las más grandes emprendidas duró a través de los años de 1330 a 1345 y fue, casi, un afán de toda la vida de la ciudad, el seguir con la construcción de calzadas.

Se dice que las primeras calzadas construidas fueron las de Tlacopan, Tepeyac, Iztapalapa (la más larga) y, por último la de Coyoacán.

Estas calzadas de alguna manera evitaban las inundaciones en la ciudad hasta que el año de 1449 rebasaron estos niveles ocasionando pérdidas de vida, daños a la agricultura, y a la salud, por ser salobres las aguas del lago de

Texcoco. Fue en aquel entonces que el rey Moctezuma Ilhuicamina pidió ayuda y consejo a su vecino, el Rey de Texcoco, Netzahualcóyotl quien sugirió la construcción de un dique que separó eficientemente las aguas de los lagos.

En los años de 1450 a 1520 estos diques fueron destruidos por los conquistadores españoles quedando la ciudad sin protección.

La ciudad se inundó nuevamente en los años de 1580 a 1604 y de 1626 a 1631 durante todo ese tiempo no bajaron las aguas de la ciudad, hizo pensar a los virreyes españoles en proteger a la ciudad, habiéndose elaborado varios proyectos casi todos tendientes a desviar las corrientes que desaguaban en el lago, hacia fuera de la cuenca de México, tratando así de evitar que el lago subiera del nivel.

Finalmente a partir de 1930 se empezó la obra de desecación y reforestación del Lago de Texcoco. Al decretarse la desecación del lago, repercutió en las poblaciones ribereñas, ya no obtenían los recursos lacustres (tules, aves, peces) y mediatas.

En el año de 1864, se dio a conocer por primera vez el contenido de riqueza del Lago de Texcoco, sobre este conocimiento se trató de resolver definitivamente los problemas hidráulicos y

se orientó la obra en la mejor dirección posible para explotar la riqueza que significan las tierras que emergen de él.

Es así, como en el año de 1944, el Gobierno Federal otorga a Sosa- Texcoco una concesión para explotar durante 50 años, las salmueras alcalinas del subsuelo del antiguo lago en beneficio de la industrialización del país.

En el año de 1948 la empresa es ampliada e inaugurada y satisfacía la demanda de álcalis sódicos en la zona centro y sur del país.

Las salmueras naturales, extraídas de los acuíferos subterráneos mediante un equipo de unos 250 pozos, eran bombeados al "Caracol", gigantesco evaporador solar de 900 hectáreas de superficie que aprovechaba la evaporación natural positiva en esta zona durante la mayor parte del año, para una importante concentración de la materia prima.

La empresa producía 650 toneladas diarias de carbonato de sodio (Na_2CO_3), un 25% de las cuales se destinaban a la producción de 100 toneladas diarias de sosa cáustica (NaOH).

Paralelamente al desarrollo de la industria del álcali, Sosa Texcoco realizó estudios para el aprovechamiento industrial del alga espirulina (*Spirulina maxima*), organismo que se desarrollaba naturalmente en las aguas alcalinas de la cuen-

ca de México y que ya los aztecas lo conocían con el nombre de Tecuicatl que en nahuatl quiere decir "excremento de la piedra", y que era utilizado como alimento.

La empresa Sosa- Texcoco instaló una planta piloto semi-industrial donde se producía una tonelada diaria de alga seca. El alga espirulina tiene un alto contenido proteico (más del 64% de su peso en seco) y la proporción de sus aminoácidos esenciales, muy próxima a la de la fórmula tipo de la FAO, estas características hacen de la espirulina en carotenoides y xantofila, productos solicitados por la industria agrícola porque colorea la yema de los huevos, la piel y carne de las aves. Se encuentran también en ella un alto porcentaje las vitaminas B1 y B2 así como otros productos orgánicos de interés para la industria farmacéutica.

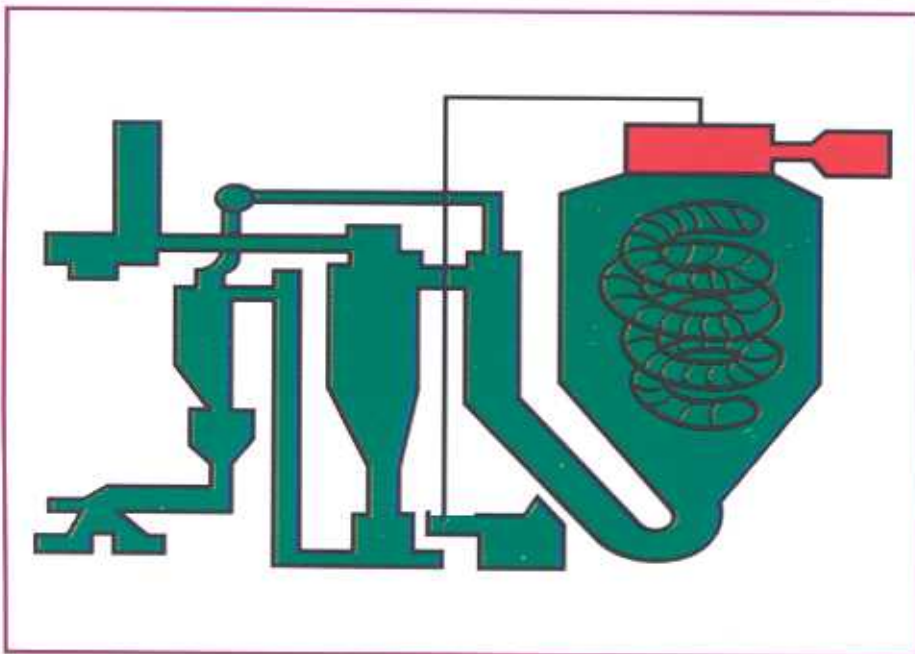
Sosa- Texcoco desde su inauguración creó fuentes de trabajo para las comunidades aledañas, e independientemente de la función del evaporador solar, funcionaba como el hábitat natural de aves como pelicanos, patos, chichicuilotes y de aves migratorias provenientes del norte de nuestro continente, asimismo era un generador de humedad y de oxígeno para el ambiente.

Flora y fauna

Importante fue el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales del Lago de Texcoco desde tiempos inmemorables, el hombre primitivo caza mamut, los mexicas comían peces, patos y algas de sus aguas, y en este siglo que acaba, la extracción de sal, el cultivo de la alga espirulina y la cacería de patos ha permitido la subsistencia de familias completas. Entre la vegetación habitaron: ranas, jules, charales, serpientes acuáticas, ajolotes, salamandras, tortugas, águilas y una enorme diversidad de patos y garzas.

Fauna

La mayor diversidad es de aves pero lamentablemente las condiciones de degradación del ex Lago de Texcoco llevaron a reducir en número a muchas especies de aves nativas de la zona, sin embargo, uno de los indicadores que se



La empresa Sosa- Texcoco instaló una planta piloto semi-industrial que producía una tonelada diaria de alga seca.

tienen sobre el éxito de la recuperación ecológica del lago, lo constituye el regreso de cientos de especies de aves migratorias, lo que le ha convertido en el refugio avifaunístico más importante del Valle de México.

Durante la temporada de otoño a invierno se observa la mayor cantidad de aves que llegan al norte del continente entre, patos, garzas, pelicanos y aves de ribera. Antes de 1982 se esperaba un arribo de hasta 75 mil aves, hoy en día a partir de la construcción del Lago Nabor Carrillo, se registra un promedio anual de 300 mil.

Aves de ribera o chichicuilotes, es uno de los grupos que integra la comunidad, se le conoce comúnmente como chichicuilotes, del náhuatl *atzicuilot* que significa (flaco del agua), a estas singulares aves se les observa durante la primavera, pues forman numerosas colonias andantes en zonas cercanas a lagunas



somerías. Dichas colonias están integradas por: (*Anas recurvirostra americana*), monjitas (*Himantopus mexicanus*), Tildios (*Charadrius vociferans*), y cortelones (*Charadrius alexandrinus*).

Durante la primavera, en las áreas con vegetación acuática se observan de igual manera mosas de gallina de agua (*Fulica americana*), gallaretas (*Gallinula chloropus*) y zarbullidóres.

Las poblaciones de patos que se reproducen en las zonas son las cercetas

de alas azules (*Anas diahori*), cercetas de alas café (*Anas cyanoptera*), el pato tepallate (*Oxyura jamaicensis*), y el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*).

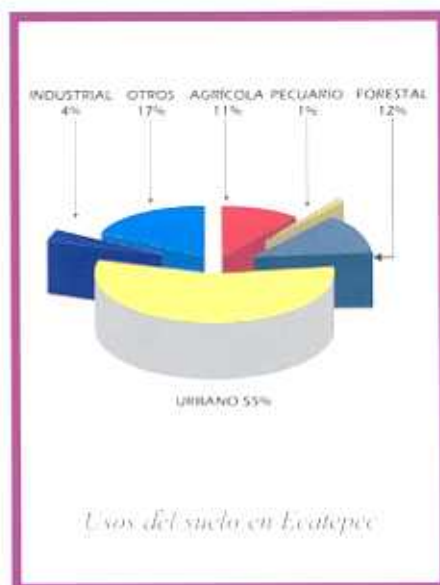
Es importante destacar que esta última población se ha logrado proteger, lo que es un éxito, ya que los expertos lo consideraban en grave peligro de extinción inclusive a nivel mundial, por que su hábitat había desaparecido, ahora el ex Lago de Texcoco se encarga de ofrecer un hábitat natural.

Entre los grupos migratorios que arriban al ex lago se encuentran el pato bocón (*Anas ibybatia*), y patos de hermosos colores como son el pato tepallate (*Oxyura jamaicensis*), el pato golondrino (*Anas anas*) y el pato chalcuán (*Anas americana*), entre otros. Además, existen diversas especies de garzas entre las que destacan por su gran talla la garza morena (*Ardea herodias*) y la garza pescuesuda (*Casmerodius albus*).

Otras especies que se pueden admirar en temporadas migratorias son los gavilanes: gavilán de cola roja (*Buteo jamaicensis*), el milano de hombros negros (*Falco sparverius*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Causas de las tolváneras del Lago de Texcoco y la contaminación atmosférica del Valle de México

La cuenca cerrada de México denominada también como Valle de México se lo-



caliza en la mesa central, tiene un área de 9 mil 600 km² aproximadamente. Al norte está limitada por la Serranía de Pachuca, al sur por la del Ajusco, al este por la Sierra Nevada y al Oeste por la de las cruces.

El Lago de Texcoco está situado al Noroeste de la ciudad de México, tiene forma casi elíptica con su eje mayor en las direcciones Norte-Sur.

Se ha observado que las tolváneras que se abaten sobre la ciudad de México tienen a veces otro origen pero afectan directamente a las generadas en el Lago de Texcoco.

Como consecuencia del proceso intensivo de la industrialización del valle de México ha aparecido otro factor que agrava esta situación y es el relativo a la contaminación atmosférica.

Hidrología

El Lago de Texcoco ha sido siempre el cuerpo de agua más importante del valle de México, siendo un sistema fundamental del sistema y funcionamiento hidrológico de la cuenca. Dentro del patrimonio hidrológico, no existen arroyos continuos, solo los que se forman gracias a las temporadas de lluvias y bajan por los relieves orográficos, al norte se localiza el arroyo "Puente de la piedra", al Oeste los arroyos de "La rincónada", "El Águila", "San Andrés de la Cañada", "La Guinada" y "La Cal".

Subsuelo

Junto a la falta de filtración de los suelos existen factores determinantes que han influido en rápido abatimiento de los niveles fránicos del subsuelo: La sobre explotación de 5000 pozos profundos, la expulsión de los excedentes de agua y la fuerte evaporación que se produce en el área.

Esta situación origina hundimientos de la zona de relleno ocupada por los lagos que se desecaron, generando el asentamiento total de la ciudad.

Tipo de suelo

Se presenta una textura que predomina en el tipo de magran arcilloso, PH que varía de 7.6 a 10.6, con una conductividad eléctrica de 4.8 a 800mcv/100.

Las sales solubles en altas concentraciones afectan los procesos microbiológicos importantes en la fertilidad del suelo como son amonificación, nitrificación, desnitrificación, fracción libre de nitrógeno y celulosis.

No se encontró flora microbiana reductora de sulfatos. Todos estos procesos son influenciados por el bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno total de estos suelos.

La empresa cerró sus puertas de forma definitiva en diciembre de 1933, por problemas laborales.

Uso actual del suelo

Debido a la cercanía que tiene el municipio con el DF, Ecatepec ha experimentado en los últimos años un proceso acelerado de urbanización, lo que ha provocado que más del 50% del uso del suelo correspondiera a este rubro.

Es muy importante lo que se puede llevar a cabo a favor del medio ambiente en la zona del caracol.

Primero debe difundirse la existencia de este lugar y la bondades que como habitantes se tienen: recarga de manto acuífero, espacio ecológico, manejo de recursos naturales, oxígeno, recreación,


vistas escénicas, espacio de sosiego, y descanso, un regulador del clima regional, zona turística, una zona de investigación científica.



El caracol es un lugar abierto a la imaginación y al trabajo, este es el momento de buscar su rescate, no dejemos la oportunidad de salvarlo, nos está esperando para mantenerlo con vida. No olvidemos que en la región habitan alrededor de 5 millones de personas y que en un espacio como este es muy benéfico para las nuevas generaciones.

La Ley de Protección al Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México

En su título tercero, capítulo I, en sus diversos artículos, señala que los municipios permiten rescatar y restaurar con zonas con potencial ecológico como el caracol.

Dicho espacio podría funcionar para salvaguardar los recursos naturales y al mismo tiempo a través de proyectos productivos como el cultivo del nahuatlé, algas espiralinas y otros, podremos generar empleo y economía con miras a exportación a otros continentes. 



Hacia una ciudad sustentable

urante los últimos 200 años las relaciones del ser humano con su medio ambiente circundante se han visto modificadas severamente por nuestro concepto de Civilización y los esquemas de producción y consumo emanados de éste; la contaminación de aire, tierra, agua, ruido y visual, es sólo la parte visible de una problemática mucho más complicada y arraigada en el modelo capitalista de producción.

**Ing. Arq. José Porfirio
Camacho Ortuño**

Coordinador de Proyectos Alternativos, Estudios
Especiales de la Dirección de Servicios Urbanos,
Defensa Civil, CDMX

La economía basada en el libre mercado y el consumo, ha modificado nuestras relaciones con el medio ambiente. Es a partir de la Revolución Industrial, y particularmente en nuestro siglo, que la producción en serie ha provocado un acelerado desarrollo industrial.

Como consecuencia de esta rápida industrialización las sociedades experimentan procesos de urbanización y migración no siempre muy afortunados, modificando el medio ambiente circundante de manera negativa en la mayoría de los casos.

Para sostener estos esquemas productivos, de consumo y estereotipos de vida que el mismo sistema impone, a través de los medios masivos de comunicación, fue y es necesario consumir grandes cantidades de energía, en todas sus manifestaciones incluyendo la alimentación humana.

Lo antes expuesto nos lleva a pensar, que las raíces de la problemática ambiental hay que buscarlas en el sistema económico y los patrones de consumo, y no sólo atacar sus consecuencias, sin embargo esto implica tocar intereses creados y sobre todo un costo político para funcionarios y sociedad civil que quiera ser parte de la solución.

Para ejemplificar lo antes dicho, mencionaré sólo algunas cifras:

Según datos de la ONU, en el año 2000, aproximadamente el 51 % de la población mundial vivía en ciudades. México no fue la excepción. Según datos oficiales, en 1930 la población total era de un poco más de 16.5 millones de habitantes¹ de los cuales el 34 % era urbano, mientras que la población rural representaba el 66 %. En 1960 la población total del país era de casi 35 millones de habitantes², la población urbana aumentó al 51 % en tanto la población rural bajó al 49 %.

Durante el último Censo de Población y Vivienda de 1990 la población del país fue de poco más de 81 millones de habitantes³, de los cuales el 71 % era urbana, es decir vivía en localidades de 2,500

habitantes o más⁴ y que disfruta de todos o casi todos los servicios. La población rural bajó del 49 % en 1960 hasta el 29 % en 1990. Según datos del mismo censo, existían en nuestro país poco más de 156,600 asentamientos humanos, de los cuales sólo el 1.7 % del total eran urbanos, es decir que en el 1.7 % de los asentamientos del país vive el 71.30 % de la población.

La tendencia de la dinámica poblacional es evidente, el hecho que la población rural emigre a las ciudades es una clara muestra que los programas de apoyo al campo no han funcionado, además plantea el reto para que el desarrollo urbano logre una convivencia más armónica con el medio ambiente en que se inserte y



que el desarrollo económico y social sea mucho más equilibrado y justo para toda la población, privilegiando a los que menos tienen, sólo así se podrá hablar de un desarrollo económico social sostenido y sustentable y por consiguiente y como resultante, de una arquitectura con la misma característica de sustentabilidad.

Pero valdría la pena explorar de manera general nuestro pasado y preguntarnos si siempre ha sido la civilización y sus manifestaciones, entre ellas la ciudad, opuestos y nocivos al Medio Ambiente.

Analicemos sólo un caso: México-Tenochtitlan. Antes de la conquista la ciudad se desarrollaba en medio de un lago, por medio de la unidad de producción y vivienda heredada de los Nochimilcas: La Chinampas, isla artificial que aún puede verse y disfrutarse al sur de la Ciudad de México. Estas culturas vivían y convivían con el agua, en otras palabras existía una cultura del agua y por consiguiente un sentido de pertenencia al medio ambiente.

En contrapartida, después de la caída de México-Tenochtitlan y dar paso a la construcción de la capital de la Nueva España sobre las ruinas de la capital Mexicana, lo que hicieron los españoles es lo que sabían hacer: construir sobre tierra firme, para lo cual desecaron parte del lago; es decir ellos tenían una cultura de tierra firme y un sentido de pertenencia del medio ambiente.

Estas dos posturas diferentes en la relación hombre-medio ambiente determinaron y siguen determinando, acciones concretas positivas o negativas hacia el entorno ambiental.

El desarrollo sustentable pretende recuperar los conceptos de convivencia con nuestro entorno ambiental, impactar lo menos posible al ecosistema, no rebasando la capacidad de carga que éste tiene y establecer bases para un desarrollo económico más racional, en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales de los que disponemos.

A la vez, ver estos recursos no como algo que podemos agotar, sino como un patrimonio que recibimos de la generación anterior y que nosotros debemos aprovechar, cuidar y sí podemos incrementar para las siguientes generaciones, de aquí el nombre de capital ecológico.

Dentro de este planteamiento de sustentabilidad también está el consumo mucho más racional de la energía, usando todos los recursos tecnológicos posibles, tanto modernos como tradicionales.

Cabe hacer mención que la adopción de estos conceptos como normas de vida

implican un importante cambio en los patrones de conducta y de consumo actuales. No se trata de negar los avances tecnológicos modernos, se trata de aprovechar todo ese conocimiento a favor de nuestro habitat y en última instancia se trata de una lucha por la supervivencia de la especie humana.

Una ciudad sustentable deberá incorporar el conocimiento del medio ambiente, sus relaciones con las poblaciones residentes (humana, animal y vegetal), el uso racional de recursos y energía para contribuir al cambio de los patrones de conducta a través del manejo de los espacios urbano-arquitectónicos, usando para esto toda la tecnología posible acumulada a través de los siglos, en la solución de los problemas actuales del habitat humano impactando de manera mínima el entorno ambiental donde se inserte.

En el proceso de comprensión de las necesidades sociales y de convertirlas en actividades y espacios satisfactorios, los ingenieros y arquitectos somos de los principales modificadores de nuestro entorno, convirtiendolo en un medio ambiente modificado, es por eso que en la actualidad se han orientado los esfuerzos de algunos investigadores en esta dirección, estoy convencido que no se trata de una moda, sino de una cuestión de supervivencia.

El avance tecnológico nos permite hacer uso de los "microchips" sin embargo no debemos desdeñar el uso de la tecnología tradicional, ahora conocida pomposamente como Ecotecnias, que no es otra cosa que usar la energía del sol, del viento del agua y la tierra, para climatizar naturalmente los espacios urbano arquitectónicos, hacer un uso más racional de la energía convencional y buscar energías alternativas, con el fin de ofrecer espacios confortables, apropiados y apropiables y que inviten a la realización de la función que les dió origen.

Conjuntos como el de "Los Guayabos" en Guadalajara, Jalisco, y San Francisco Biosolar en Colima, demuestran que es posible integrar armónicamente el desarrollo urbano con nuestro medio ambiente, invitamos al lector a cuestionarse y decidir ser parte de la solución y no del problema. ☺

1 I Censo General de Población y Vivienda 1930.

2 VIII Censo General de Población y Vivienda 1960.

3 XI Censo General de Población y Vivienda 1990. INEGI.

4 Viqueza y otros. Geografía de México. Ediciones Pedagógicas, México, 1993. Pág. 128.





Sistema *Cutzamala*

Ing. Humberto Whaibe Arredondo
Gerente Regional de la Comisión Nacional
del Agua del Valle de México

Seguro estoy que los trabajos que en su momento realizaron quienes nos precedieron a lo largo de 28 años en esta magna obra (Sistema Cutzamala), y a la que históricamente nos toca el turno y la responsabilidad de dar continuidad; han beneficiado a millones de familias mexicanas con el recurso agua, vital para la sobrevivencia.

Por su importancia el tema del agua exige su análisis desde todos los ángulos posibles, de forma económica, social y ambiental, pero sin duda alguna el más importante es el punto de vista humano y como motor del desarrollo de los pueblos el cual debemos enfrentar de cara al nuevo siglo. Quienes laboramos en esta institución, percibimos con preocupación la problemática actual y futura; en la dotación para el Distrito Federal y su zona conurbada, los retos y desafíos nos involucran a todos para participar y sensibilizar en el uso eficiente y de conservación del recurso. Bajo tal contexto, me permito a continuación hacerles a ustedes la exposición siguiente:

DESARROLLO HISTÓRICO

Época prehispánica

En las partes más bajas de la Cuenca del Valle de México se alojaban los grandes lagos, alimentados con el flujo de los manantiales y con el aporte de los ríos, estableciéndose los aztecas en 1325 sobre un islote después de observar la profecía de su Dios, al aparecerles el águila devorando una serpiente sobre un nopal.

En 1466 se construyó el acueducto que suministró agua desde Chapultepec hasta el templo mayor; se conocen otros como el de Coyoacán (1495) y el de Azcapotzalco a Tlatelolco.

Época virreinal

A principios del siglo XVII se construyó el acueducto llamado La Tlaxpana de 900 arcos y una longitud de 6.5 Km, consistía en una arquería doble, por la parte superior corría el agua de Santa Fe y por la inferior la de Chapultepec.

Época Independiente

En las primeras décadas de la independencia, se atiende la reparación de los acueductos, se aumenta la vigilancia y se establecen multas, evitando así daños a las obras y robo de agua. Posteriormente, ante las enormes ventajas que ofrecen las tuberías de hierro fundido, comienza la sustitución de los arcos por ductos subterráneos. En 1878 se aprovechan los manantiales del Desierto de los Leones.

Inicio del Siglo XX

Hasta 1913 se había concluido el proyecto para los manantiales de Xochimilco, con una captación de 2,000 l/s. Debido a la convulsión revolucionaria, en esa época se hizo lo indispensable para operar y mantener los servicios exclusivamente al nivel de supervivencia.

El 25 de septiembre de 1933, se creó la Dirección de Aguas y Saneamiento del Distrito Federal, para atender el servicio del recurso.

Mediados del Siglo XX

Por demostraciones del Dr. Nabor Carrillo en el año de 1947, la sobre explotación de los acuíferos comprobó que acelera el hundimiento de la ciudad, el colapso en las redes de tuberías e incrementando el peligro de inundaciones.

El 4 de septiembre de 1951 se pusieron en operación oficialmente las obras



del Sistema Lerma, proporcionando en su primera etapa, 4 m³/s.

En 1952 el Distrito Federal contaba con una población de 3 millones 460 mil habitantes, la que se abastecía con un caudal de agua potable de 13.1 m³/s; únicamente el 50% de la población contaba con servicio domiciliario.

En 1953 se crea la Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH) con las funciones de estudiar, proyectar y construir las obras necesarias para el abastecimiento de agua potable a la ciudad, además del drenaje, control de hundimientos e inundaciones.

Para aliviar lo anterior se estableció un programa para abastecimiento con po-

zos alejados de la ciudad, lo que permitió la clausura de cerca de 2 mil norias en predios particulares, que extraían 1.2 m³/s; asimismo, se evitaron y regularon nuevas perforaciones de pozos.

Buscando nuevas fuentes externas, en 1956 se terminan obras de beneficio a la ciudad de México que consistieron en la exploración y la captación en subcuencas como la de Chiconautla a lo largo de 3 ramales, se perforaron 40 pozos con una profundidad media de 150 m para proporcionar un volumen de 3.3 m³/s.

A pesar de que el bombeo del agua subterránea era y sigue siendo la causa fundamental de los hundimientos en la ciudad, debido al crecimiento urbano se hizo necesario perforar pozos de emergencia, de esta forma, en 1957 se inició el Sistema Chimalhuacán-El Peñón, localizando en El Peñón Viejo, 9 pozos para un gasto de 0.5 m³/s. Beneficiando a 125 mil habitantes en 20 colonias al oriente del Distrito Federal.

En 1964, la población del Distrito Federal era ya de aproximadamente 5 millones 800 mil habitantes, que consumían un caudal de 22.2 m³/s, o sea 331 litros por habitante al día y con una cobertura en el servicio domiciliario del 86%.

El 18 de agosto de 1972, se creó la Comisión de Aguas del Valle de México, organismo técnico administrativo dependiente de la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos; actualmente Gerencia Regional de Aguas del



Valle de México de la Comisión Nacional del Agua. En este mismo año, se estudian las cuencas externas al Valle de México de los ríos Cutzamala, Tecolutla y Amacuzac.

En 1973 se encontró que la alternativa más factible de aprovechar el recurso y en donde se tenían menores impactos sociales, económicos y ambientales era la Cuenca del río Cutzamala, ubicada en la Región Hidrológica No 18 del Río Balsas, de esta forma se proyectó El Sistema Cutzamala.



ASPECTOS GENERALES

La causa principal del incremento de la demanda de agua potable en la Cuenca del Valle de México es el crecimiento demográfico; actualmente se cuenta con una población de 18.68 millones de habitantes, de los cuales 8.61 se ubican en el Distrito Federal, 9.07 en los municipios conurbados y un millón en el resto del Valle (INEGI 2000) y todos requieren del incremento en los servicios básicos de infraestructura urbana para su desarrollo.

Dentro de la Cuenca y, en la parte más baja del Valle, se localiza la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; en el año de 1910, la mancha urbana era de tan sólo 26.65 km², la cual se ha extendido aproximadamente 1 800 km², ocupados por el Distrito Federal y 28 municipios conurbados del Estado de México; es decir, que en tan sólo 90 años la mancha urbana se ha multiplicado 67.5 veces; asimismo, la población en el mismo período aumentó de 471 mil 066 a 17 millones 673 mil 931 habitantes en el año 2000, es decir 37.5 veces más, crecimiento que ocasiona la sobreexplotación de los recursos naturales, el más importante, el agua.

La precipitación media anual en la Cuenca Valle de México es del orden de los 705 mm., Concentrados en cuatro meses del año, de los cuales 81% se evapotranspira, 10% se infiltra en el subsuelo, 2% del escurrimiento se aprovecha en la agricultura y solamente 1% es regulada para su aprovechamiento en captaciones superficiales y 6% restante se le da salida por el sistema general de drenaje para evitar inundaciones.

Actualmente se utilizan 100 metros cúbicos cada segundo de agua en la Cuenca del Valle de México; 4 m³/s en

usos industrial, 25 uso en agrícola y 71 en público urbano; 81% su explotación se obtiene de agua subterránea y solamente 19% restante de agua superficial.

SISTEMA HIDROELECTRICO MIGUEL ALEMAN

En la década de los setentas, este Sistema Hidroeléctrico tenía ya una capacidad muy pequeña para las necesidades de la zona, porque para esa época ya se habían construido las presas de Infiernillo, Malpaso y La Angostura, para abas-

tecer de energía eléctrica a la Zona Metropolitana del Valle de México. Por lo que se decidió cambiar su uso, para abastecer de agua potable a la Zona Metropolitana y con ello, el Sistema Cutzamala aprovechó las obras que formaban parte del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, consistente en 7 presas, 3 de almacenamiento y 4 de derivación, correspondientes a la cuenca alta del río Cutzamala.

SISTEMA CUTZAMALA

Su construcción se inició en 1976, aprovechando las obras que formaban parte del entonces Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán, actualmente se compone principalmente de 6 presas de almacenamiento y de derivación, un vaso de regulación horaria y un acueducto de 133.5 km que incluye 19 km de túneles y 7.6 de canal; una planta potabilizadora con capacidad total de 24 m³/s, operando actualmente con 16 m³/s aproximadamente; 6 plantas de bombeo para vencer un desnivel mayor de 1 mil 100 metros, cuya operación requiere de una energía total de 1 mil 650 millones de kilowats hora por año y 24 kilómetros de túneles dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, que incluyen los ramales Norte y Sur, respectivamente, para la distribución del agua a los municipios conurbanos del Estado de México y al Distrito Federal.

Plantas de bombeo: El Sistema Cutzamala cuenta con 6 Plantas de Bombeo que elevan el agua mil 100 metros, aproximadamente.

Planta de Bombeo numero uno: Esta planta tiene la función de elevar el agua 157.3 metros, a una distancia 8 mil 381 metros, se ubica en una altitud de mil 600.18 (metros sobre el nivel metros), tiene 5 unidades bomba-motor con un gasto de 4.m³/s cada una con un gasto total de 20.m³/s,



sus motores son de inducción con una potencia de 10 mil 348 hp, por unidad y por planta 51 mil 740 hp.

Planta de Bombeo número dos: Esta planta tiene la función de elevar el agua 121.8 metros, a una distancia 3 mil 948 metros, se ubica en una altitud de mil 721.70 (msnm), tiene 6 unidades bomba-motor con un gasto de 4 m³/s cada una con un gasto total de 24 m³/s, sus motores son de inducción con una potencia de 7 mil 215 hp, por unidad y por planta 43 mil 290 h.p.

Planta de Bombeo número tres: Esta planta tiene la función de elevar el agua 349.3 metros, a una distancia 2 mil 891 metros, se ubica en una altitud de mil 832.90 (msnm), tiene 6 unidades bomba-motor con un gasto de 4 m³/s cada una con un gasto total de 24 m³/s, sus motores son de inducción con una potencia de 21 mil 450 hp, por unidad y por planta 128 mil 700 hp.

Planta de Bombeo número cuatro: Esta planta tiene la función de elevar el agua 349.3 metros, a una distancia 22 mil 200 metros, se ubica en una altitud de 2 mil 177.80 (msnm), tiene 6 unidades bomba-motor con un gasto de 4 m³/s cada una con un gasto total de 24 m³/s, sus motores son de inducción con una potencia de 21 mil 450 hp, por unidad y por planta 128 mil 700 hp.

Planta de Bombeo número cinco: Esta planta tiene la función de elevar el agua 174.2 metros, a una distancia mil 500 metros de aquí el caudal es por gravedad a la ZMVM, se ubica en una altitud de 2 mil 497 (msnm), cuenta con 6 unidades bomba-motor con un gasto de 4 m³/s cada una con un gasto total de 24 m³/s, sus motores son de inducción con una potencia de 10 mil 348 hp, por unidad y por planta 62 mil 088 hp, más 3 unidades bomba-motor con un gasto de 1.7 m³/s cada una con un gasto total de 5.1 m³/s, con una potencia de 4 mil 180 hp, por unidad y por planta 12 mil 540 hp.

Planta de Bombeo número seis: Esta planta tiene la función de elevar el agua 272.5 metros, a una distancia de la obra de toma de la presa Chilesdo a la conexión del acueducto de 12 mil 031 metros, se ubica en una altitud de 2 mil 323.98 (msnm), cuenta con 3 unidades bomba-motor con un gasto de 1.7 m³/s cada una con un gasto total de 5.1 m³/s, sus motores son de inducción con una potencia de 5 mil 460 hp, por unidad y por planta 16 mil 380 hp. Dando un

total de caballos de fuerza; 443 mil 438 hp, y kilowatts del sistema 330 mil 805 kw.

Torres de Oscilación y Sumergencia: Las plantas de bombeo cuentan con una torre de sumergencia y una de oscilación, son estructuras cilíndricas de concreto reforzado cuya construcción requirió de un colado continuo con alturas que fluctúan entre los 32 y 51 metros, con diámetros de 10 metros y espesor en sus paredes de 1.60 metros.

Las torres de sumergencia conservan la cantidad mínima necesaria de agua que proporciona la carga que necesitan los equipos para arrancar, y mantenerse en operación evitando el colapso de las tuberías de succión al propiciarse el vacío y que al formarse vórtices se introduzca aire a la tubería, lo que provocaría el efecto de cavitación el cual consiste en la formación de una gran cantidad de pequeñas burbujas de aire que al llegar a las bombas explotan causando la erosión de las partes internas de los equipos de bombeo lo que originaría su destrucción prematura.

Por otra parte las torres de oscilación reducen el golpe de ariete en la tubería de acero y lo minimiza en el resto de la conducción, se conoce como golpe de ariete al efecto que tiene el flujo del agua al suspenderse o iniciarse el bombeo, esta estructura permite que en su interior se forme una oscilación que amortigua la presión que de otra manera impactaría en las paredes de la tubería, deteriorándola cada que esto ocurra.

Su programación inicial fue en tres etapas constructivas de 4, 6 y 9 m³/s respectivamente. Las aguas de este sistema son las mismas que se utilizaron para la generación de energía eléctrica; únicamente se realizó un cambio de uso, dejando reservas de 3 m³/s para generación de energía eléctrica en las horas de mayor demanda y 4 m³ para atender las demandas locales, tanto actuales como futuras que requiere el desarrollo urbano, agrícola e industrial de la región.

La primera etapa, en operación desde marzo de 1982, aporta 4 m³/s procedentes de la Presa Villa Victoria que se conducen a través del canal Martínez de Meza, de 12 km, de longitud a la planta potabilizadora de Berros y posteriormente se realiza su bombeo en la planta número 5, vendiendo una carga total de 174 m para conducir el agua a través de un acueducto de tubería de concreto preesforzado

de 2.50 m de AE y 12 m^3/s de capacidad, con una longitud de 77 km., atravesando la Sierra de las Cruces en la parte noroeste del Área Metropolitana mediante el túnel Atarasquillo-Dos Ríos que conduce también las aguas del Sistema Lerma, iniciándose la entrega y distribución de agua en la ciudad de Toluca y posteriormente en Dos Ríos.

La segunda etapa, en operación desde julio de 1985, consiste en la captación y conducción de 6 m^3/s de la Presa Valle de Bravo a la planta potabilizadora de Berros, con tuberías de acero de alta y baja presión, cuyos diámetros fluctúan entre 1.83 y 3.27 m con longitud total de 3.7 km y tubería de concreto preesforzado de 3.50 m de AE con capacidad de 12 m^3/s , en una longitud de 14.5 km. así como las Plantas de Bombeo 2, 3 y 4 para vencer cargas de 122 m, 350 m y 350 m respectivamente.

La tercera etapa, en operación desde enero de 1993 (Chilesdo) y en enero de 1994 (Colorines), permite captar 9 m^3/s ; 8 de ellos por gravedad en el vaso regulador de Colorines procedentes de las presas Tuxpan y El Bosque, en el Estado de Michoacán, e Ixtapan del Oro, en el Estado de México, para lo cual se construyó la planta de bombeo 1, Colorines con una capacidad de 20 m^3/s y por vencer una carga de 157 m y 1 m^3/s en la presa derivadora Chilesdo.

Con la operación de la tercera etapa del Sistema Cutzamala en las captaciones Chilesdo y Colorines, que en conjunto incrementaron en 9 mil litros por segundo, el Sistema Cutzamala tiene ahora una capacidad de suministro de 19 mil litros por segundo, que actualmente garantiza el abasto de agua a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La capacidad total de las principales presas del Sistema Cutzamala asciende a 783.1 Mm^3 ; (El Bosque 202.4 Mm^3 , Valle de Bravo 394.4 Mm^3 y Villa Victoria 186.3 Mm^3).

El volumen entregado de agua en bloque del Sistema Cutzamala en el año 2000, para los habitantes de las ciudades de Toluca, México y la zona

conurbada del Estado de México ascendió a 465 millones de metros cúbicos, es decir que en promedio cada segundo aporta 14.75 m^3 . Consumiendo 1 millón 346 mil kwh en sus 6 plantas de bombeo, con un costo de energía eléctrica por parte de Comisión Federal de Electricidad de 727 millones de pesos.

Control supervisorio

El Sistema cuenta con el control que fue instalado por *General Electric*, consiste principalmente de: Interfase Hombre - Máquina Cimplicity HMI, Controladores de Lógica Programable, sistema de comunicación a través de fibra óptica, sistema de comunicación de radiofrecuencia, medidores de potencia eléctrica e instrumentos de medición de gasto, nivel, presión. En el cual es posible visualizar y controlar el Sistema Cutzamala; mediante las plantas de bombeo, las subestaciones y los sistemas auxiliares, mediante las herramientas que el software GE Fanuc Cimplicity HMI (Human Machine Interface) proporciona. Y en este año se instrumentará la planta potabilizadora Berros. Además se realizan permanentemente trabajos de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento en las instalaciones del Sistema.

Abastecimiento de agua potable de la ZMVM

En el mes de junio de 2001, al área metropolitana de la ciudad de México se suministró un caudal medio de agua potable de 62 mil 361 m^3/s , de los cuales 41 mil 11 m^3/s (incluye 2 mil 769 m^3/s de pozos particulares), provienen del subsuelo del Valle de México, 14 mil 528 m^3/s del Sistema Cutzamala (adicionalmente se entregaron 791 m^3/s a la ciudad de Toluca), 5 mil 750 m^3/s provienen del Sistema Lerma y mil 72 m^3/s de la presa Madín y Manantiales. Lo expuesto anteriormente demuestra que en la actualidad, se depende fundamentalmente del agua subterránea en un 75% (88% del acuífero del Valle de México, 12% del Sistema Lerma), y el 25% restante se obtiene en su mayoría, de importación de aguas superficiales de la Cuenca del Río Cutzamala.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), a través de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (GRAVAMEX), suministró en promedio 21 mil 877 m^3/s (35.1 %) de agua potable en bloque a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) por



bombeo en la planta número 5, del Sistema Cutzamala, el Sistema de Pozos (PAI) y la Presa Madín. Beneficiando una población de 9 millones 994 mil habitantes; 4 millones 854 mil de la capital de la república y 5 millones 140 mil en los municipios conurbanos del Estado de México (independientemente a estas cifras beneficia a 147 mil habitantes en el Estado de Hidalgo con el PAI y a 426 mil en la ciudad de Toluca con el Sistema Cutzamala).

Suministro de agua potable para el Distrito Federal:

- Total: 35 mil 164 m³/s.
- Aguas subterráneas: 24 mil 750 m³/s: de los cuales 20 mil m³/s provienen del acuífero del Valle de México: 16 mil 786 m³/s son operados por el (Gobierno del Distrito Federal), 2 mil 705 m³/s por la CNA-GRAVAMEX y .509 m³/s por particulares; y 4.75 m³/s provenientes del Sistema Lerma operado por el GDF.
- Aguas superficiales: 10 mil 414 m³/s: de las cuales .800 m³/s provienen de fuentes superficiales en el Valle de México: (Río Magdalena - manantiales) operadas por el GDF y 9.614 m³/s del Sistema Cutzamala operado por la CNA-GRAVAMEX.
- Dotación: 354 L/H/D. (219 L/H/D considerando fugas del 38%) El suministro de agua potable para la ZMVM, Estado de México es de un total de 27 mil 197 m³/s.
- Aguas subterráneas: 22 mil 011 m³/s: de los cuales 21 mil 011 m³/s provenientes del acuífero del Valle de México: 14 mil 379 m³/s son operados por el (Gobierno del Estado México) a través de la CAEM y sus Organismos Operadores, 4.372 m³/s por la CNA-GRAVAMEX y 2 mil 260 m³/s por particulares, 0.626 del Acueducto Chiconautla y 1.000 m³/s provenientes del Sistema Lerma operados por el GDF.
- Aguas superficiales: 5 mil 185 m³/s: de las cuales 0.272 m³/s son captadas en el Valle de México (Presa Madín) y 4 mil 913 m³/s mediante el Sistema Cutzamala, operadas por la CNA-GRAVAMEX. Dotación: 259 L/H/D. (161 L/H/D considerando fugas del 38%) (No se incluye el agua blanca para uso de riego agrícola).

El Sistema Cutzamala, capta las aguas en la cuenca del mismo nombre, transfiere a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en promedio 458.2 millones de m³ anualmente (14 mil 528 m³/s), mediante un acueducto de 127 km de longitud y mil 100 m de altura a vencer mediante bombeo. La capacidad total de las principales presas del Sistema Cutzamala asciende a 783.1 Mm³; (El Bosque 202.4 Mm³, Valle de Bravo 394.4 Mm³ y Villa Victoria 186.3 Mm³) y el almacenamiento actual (28 de agosto de 2001) es de 628.19 Mm³ el 80.2 % de la capacidad total, (El Bosque 141 mil 736, Valle de Bravo 330 mil 660 Mm³ y Villa Victoria 155 mil 794 Mm³).

Anillo de distribución

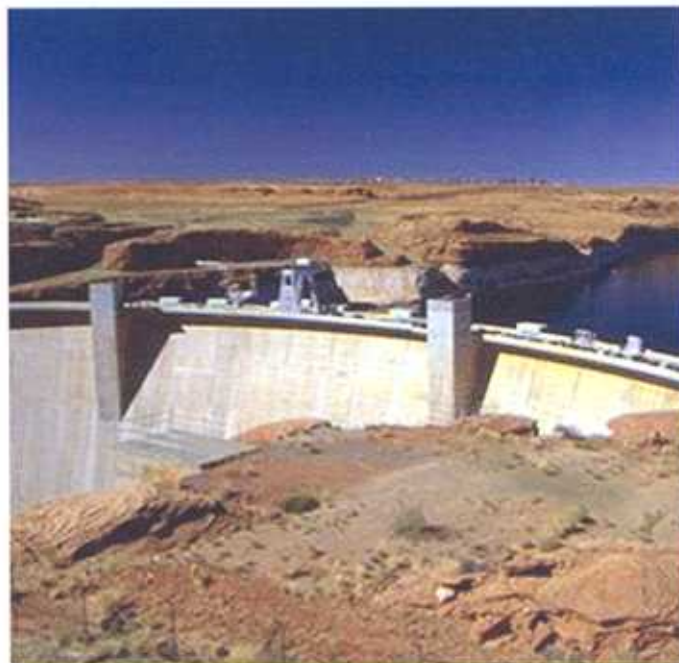
Para la distribución más equitativa a la población de la ZMVM del agua potable en bloque proveniente del Sistema Cutzamala, se diseñó en coordinación con los gobiernos del Distrito Federal y Estado de México un sistema a la

salida del túnel Analco-San José, mediante una estructura primaria de bifurcación hacia los ramales norte y sur, por los cuales se conduce el agua hacia los tanques de almacenamiento y distribución existentes y en proyecto en las entidades usuarias.

Las obras se programaron en la década de los 70' por los Gobiernos Federal, del Distrito Federal y del Estado de México, proponiéndose que se convirtieran en un circuito completo o anillo de distribución al cual se le denominó Macrocircuito que comprende 2 ramales: El Ramal Sur abastece de agua a las delegaciones de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Tláhuac. La línea de conducción principal inicia en la estructura de bifurcación del Túnel Analco-San José y termina en San Francisco Tlalnepantla, Delegación Xochimilco, con una longitud total de 32.1 km y 4.0 m de diámetro. Esta obra la ejecuta el Gobierno del Distrito Federal encargándose también de su distribución.

El Ramal Norte tiene como objetivo mejorar y ampliar el servicio de agua potable a los municipios del Estado de México conurbados al Distrito Federal, a través de la conducción de los caudales provenientes del Sistema Cutzamala. Actualmente la línea principal tiene una longitud de 69 km y beneficia a los municipios de Naucalpan, Atizapán de Zaragoza, Tlanepantla, Cuautitlán Izcalli, Tultitlán, Coacalco y Ecatepec. La distribución la realiza el gobierno del Estado de México y la ejecución de obra le fue asignada a la Federación.

A la zona oriente del Valle de México es necesario hacer llegar el Anillo de Distribución para incrementar el servicio y la cantidad de agua potable, requiriéndose infraestructura hidráulica adicional (ramales). ☺





CINVESTAV

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Presenta departamentos y áreas de investigación, así como bibliotecas y la revista en línea *Avance y perspectiva*.

www.cinvestav.mx

CICATA-IPN

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Presenta los objetivos y administración del centro, noticias, investigadores, productos y servicios de información sobre maestrías y doctorados.

www.cicata.ipn.mx



CIENCIATECA

Historias de ciencia para gente curiosa. Divulgación científica y noticias. Desde nuevos materiales, forma y simetría en la naturaleza hasta historias de evolución y metaevolución. Noticias científicas y humor.

www.cienciateca.com



El análisis de la literatura científica se remonta a principios del siglo pasado con estudios reducidos sobre alguna especialidad; con el paso del tiempo se generaron y desarrollaron métodos e indicadores que facilitaron el análisis de las publicaciones científicas.

A finales de los años sesenta se utilizó por primera vez el término bibliométrico, refiriéndose a las aplicaciones matemáticas y estadísticas utilizadas en la medición del conocimiento por medio de las publicaciones científicas. Dicho análisis se especializa en medir la producción literaria de tipo científico en sus diferentes presentaciones, tales como artículos, publicaciones, revistas, citas bibliográficas, entre otras.

Durante la década de los setenta surge la necesidad de contar con una base de datos multidisciplinaria de la producción científica con cierto nivel de calidad. El *Institute for Scientific Information* se dio a la tarea de crear la base de datos *Science Citation Index*. Cabe hacer notar que existen otras bases de datos referentes a la producción científica pero en su mayoría se enfocan a algún campo o disciplina de la ciencia en específico.

El análisis bibliométrico permite dar a conocer el grado de especialización o carencia que se genera en las áreas de la ciencia de cada país. Los indicadores arrojados por dicho análisis son una gran herramienta en la toma de decisiones para la creación de políticas que pretendan impulsar el desarrollo científico. Sin embargo, el análisis bibliométrico por sí solo no puede reflejar por completo los fenómenos o situaciones alrededor del avance científico,



Producción Científica y Tecnológica

se debe utilizar en combinación con otros indicadores, tales como el Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT), Gasto Interno en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), CRTT, por mencionar algunos para optimizar los resultados.

Por otra parte, este tipo de indicadores son de gran utilidad para las instituciones e investigadores científicos, ya que es un buen escaparate que promueve sus investigaciones y les provee de prestigio.

Esta sección está formada por dos apartados: el primero se refiere a la fuente y a los principales conceptos utilizados en el análisis de la producción de las publicaciones científicas, y en el segundo, se abordan los análisis de la producción científica generada por científicos mexicanos respecto a la producción mundial en los últimos años y en último periodo quinquenal 1990-2000, así como un breve análisis de la producción bibliométrica nacional por entidad federativa e institución y de las revistas nacionales más indexadas por el *Instituto For Scientific Information (ISI)*.

Fuente y conceptos

Como en años anteriores, para este reporte se utilizó la base de datos del ISI, la cual agrupa las publicaciones más reconocidas e influyentes en el campo científico.

La base de datos del ISI clasifica la producción científica en 24 grandes disciplinas. A su vez, los artículos también son clasificados por tipo de documento.

El principal criterio para que una publicación aparezca en la base del ISI es el número de citas* a las que se hace acreedor un artículo, ya que esto refleja la



* Una se define como una referencia a los resultados generados por una investigación previa, ya sea propia o de otro autor, que hace un investigador en un artículo de su autoría y se abordan desde dos perspectivas:

A) Se contabilizaron las citas que recibieron los artículos desde el año de su publicación hasta diciembre de 2000. Con este método se subestima el impacto de los artículos publicados en años recientes, debido a que no han tenido el tiempo suficiente para madurar su influencia en la comunidad científica y ser citados de forma más recurrente.

B) Por otra parte se contabilizó el total de citas realizadas en un año específico, independientemente del año en que se publicó el artículo. Este conteo se hizo en periodos quinquenales, tratando de no subestimar las citas de publicaciones de años recientes.

De lo anterior se desprende un concepto por demás importante, el factor de impacto. Es el cociente entre el número de citas y el número de artículos en un tiempo determinado. Este cociente no es más que el número de citas promedio que recibe cada artículo en un año. Si el factor de impacto se obtiene para periodos quinquenales, en los que se consideran artículos de otros años, se obtendrá una aproximación del promedio de citas para ese periodo.

importancia e influencia de dicho artículo o investigación sobre la comunidad científica.

La contabilización de las citas es un indicador que mide el impacto que tiene un artículo sobre la comunidad científica, y en la mayor parte de las ocasiones puede tomarse como un parámetro de calidad.

El impacto relativo por disciplina se obtiene del cociente del impacto de una disciplina en un país entre el impacto de esa disciplina en el mundo, definiéndose este último como el cociente del total de citas entre el total de artículos exclusivos de esa área en todo el mundo. Un impacto relativo menor que uno indica que se está por debajo del promedio internacional.

En el ámbito bibliométrico se han aportado diversos métodos de evaluación para la producción científica, en los que se han expuesto diversos criterios de cómo medir esta producción, desde definir ciertas áreas de estudio, pasando por hacer mediciones de acuerdo con la cantidad de artículos publicados, con su calidad y prestigio de los investigadores, hasta medir las citas de un artículo que ha sido elaborado por más de un investigador

y con coautores de diferentes nacionalidades. La diversidad de variables que influyen en el análisis de la producción científica puede en ocasiones confundir o desviar dicho análisis, por ejemplo, el número de citas por sí solo no es el único indicador del impacto de la producción, ya que un número creciente de citas puede ser resultado de una producción importante de artículos con diversas coautorías, los cuales podrían haber sido citados en algunas ocasiones, sin influir demasiado en la comunidad.

Producción científica en México

El número de artículos publicados por científicos mexicanos durante el periodo 1990-2000 ascendió a 32,726, con una tasa media anual de crecimiento del 11.9% durante dicho periodo. El perfil científico de los artículos generados por científicos mexicanos recae en cuatro disciplinas, las cuales representan el 56.7% del total de la producción nacional, tales disciplinas son: física, con un 19.2%, segunda de la medicina, con 13.9%, plantas y animales, con 12.3%, y química, con un 11.3%, entre las disciplinas menos participativas se encuentran leyes, educación, computación y economía, todas ellas con menos de un punto porcentual. La producción de artículos escritos por científicos mexicanos en el año 2000, y registrados por el ISI, presentaron un crecimiento de 2.2% respecto a 1999, el menor desde 1988.

Física es la disciplina dominante desde principios de la década de los noventa, su producción durante el periodo 1990-2000 es de 6,298 artículos; sin embargo, en el 2000 sólo se generaron 926 artículos, lo que representa una disminución del 2.9%

y su IMPACTO económico*

PARTICIPACIÓN MUNDIAL DE ARTÍCULOS DE PAÍSES LATINOAMERICANOS, 2000

N°	País	Participación
1	Brasil	1.33
2	México	0.64
3	Argentina	0.59
4	Chile	0.25
5	Venezuela	0.12
6	Colombia	0.08
7	Uruguay	0.04
8	Costa Rica	0.03
9	Perú	0.03
10	Ecuador	0.01
11	Panamá	0.01

respecto a 1999; medicina fue la segunda disciplina más productiva durante el periodo, con 4,553 artículos, y creció a un ritmo de 10.1% respecto a 1999; plantas y animales, la tercera en el orden, arrojó un crecimiento anual de 9.1% y 4,010 documentos en el mismo periodo, y química, por su parte, presentó un crecimiento de 1.4% respecto a 1999, con 3,711 artículos elaborados durante el periodo 1990-2000. Las disciplinas con mayor retroceso, durante el periodo 1990-2000, están encabezadas por ciencias sociales, con 21.9%, astrofísica y computación, con 21.8% y 18.2%, respectivamente.

En el plano internacional, a pesar de que las publicaciones generadas por científicos mexicanos incluidos en la base de datos del ISI han presentado una tasa de crecimiento media anual de 13.3% en el periodo 1990-2000, en el 2000 sólo representan el 0.64% del total mundial.

Al realizar un análisis comparativo con los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), los artículos elaborados por científicos mexicanos ocupan el lugar 22 de un total de 28 países; respecto a Latinoamérica, ocupan el segundo lugar, muy por debajo de las publicaciones brasileñas, las cuales constituyen el 1.33% del total mundial.

Estados Unidos es el mayor productor de artículos científicos. Participó en el año 2000 con 243,269 artículos, lo que equivale al 34.0% de la producción mundial, 24.5 puntos porcentuales por encima del Reino Unido, que se sitúa como la segunda nación más importante, con 9.6%, le siguen Japón, con 9.5%, Alemania, con 8.8, y Francia, con el 6.3 por ciento.

Durante la pasada década (1990-2000), el país que exhibió mayor dinamismo en la producción de artículos científicos fue Corea, ya que reportó un crecimiento de 22.7%, seguida por Turquía, con 18.1; Portugal, con 13.5, y México, con 11.9%.

El perfil científico a nivel mundial está encabezado por las disciplinas de medicina, química y física, las cuales representan el 42.3% del total mundial en el periodo 1990-2000. Las disciplinas con menor producción son: leyes, educación y computación.

Citas e impacto de los artículos mexicanos

Como se mencionó en el inicio de esta sección, la cantidad de citas que recibe un artículo puede ser un indicador de la importancia o influencia de dicho artículo en el ámbito de su área del conocimiento. Con el fin de no subestimar la citación de los artículos recientes, se presenta un breve análisis quinquenal.

En México, las disciplinas dominantes tanto en producción como en número de citas recibidas en los últimos 20 años

están encabezadas por física y medicina. En el quinquenio de 1996-2000, física generó el 20% del total de artículos a nivel nacional, y el 18% del total de citas recibidas. Medicina, la segunda disciplina en importancia, participó con un 14% tanto en producción de artículos como en citas recibidas. Las disciplinas antes mencionadas en conjunción con plantas y animales, química y biología representan el 64% de la producción nacional de artículos, y el 62% de citas recibidas en el quinquenio 1996-2000.

Las disciplinas con mayor producción dentro de nuestro país obedecen a la tendencia internacional; sin embargo, su participación en relación con el total mundial por disciplina fue modesta, ya que física y medicina contribuyeron con el 0.9 y 0.3%, respectivamente, durante el último quinquenio. Por otra parte, astrofísica se mantiene como la disciplina nacional con mayor aportación al total mundial dentro de su especialidad, con una participación de 1.9%. En la misma tónica, plantas y animales se ubicó con un 1.1%, y agricultura y ecología, terceras en el orden, contribuyen con 0.9% en el mismo periodo.

Por otra parte, el comportamiento del último quinquenio, por lo que a citas totales se refiere, presenta un crecimiento del 12.3% respecto al quinquenio inmediato anterior. Las disciplinas que sobresalen por su mayor dinamismo fueron: psicología, con 53.0; astrofísica, con 34.2 y multidisciplinarias, con 26.6% de crecimiento. En contraparte, las disciplinas con menores incrementos fueron agricultura, con 0.8, y física, con 3.0%. Por su parte, neurociencias reportó una disminución de 2.0 puntos porcentuales.

Las disciplinas con mayor producción y citas recibidas no siempre son las de mayor impacto. Tal es el caso de biología molecular, la cual arrojó un impacto del 5.5 en el último quinquenio (1996-2000); inmunología, un 4.8, y neurociencias, un 3.7 de impacto, disciplinas con modestas producciones pero con un alto nivel de impacto. Por otro lado, de las grandes productoras, sólo astrofísica y biología alcanzaron un impacto por encima de los 3.0 puntos, al arrojar 5.2 y 3.3 puntos de impacto, respectivamente. Las disciplinas con los menores impactos estuvieron encabezadas por educación, leyes y matemáticas. Ingeniería es una de las disciplinas con una producción media que ha crecido a tasas moderadas, pero con niveles de impacto menores a los de la unidad.

El comportamiento de la producción, citas e impacto de cada disciplina está en función de sus características específicas; con el fin de facilitar las comparaciones entre ellas o los diferentes campos del conocimiento se emplea el factor relativo, el cual se refiere a comparar el avance de cada disciplina desarrollada al interior de un país con el estándar internacional de cada una de ellas; dicho estándar es igual a la unidad, por lo que las disciplinas que se sitúan por debajo de la unidad tendrán un impacto relativo menor al comportamiento internacional, y, el caso contrario, las disciplinas con impacto relativo mayor a uno ejercerán una influencia mucho mayor respecto a los parámetros internacionales.

El impacto relativo de las disciplinas desarrolladas en el país durante el último quinquenio (1996-2000), se encuentra todavía por debajo de la norma internacional. Las

disciplinas con un impacto relativo cercano a la unidad están encabezadas por computación (0.88), agricultura y astrofísica (0.77), economía (0.76), las cuales reportan producciones menores, pero que en proporción a las citas recibidas y al comportamiento internacional son las más próximas al estándar internacional. En contraparte, las disciplinas más alejadas de los parámetros internacionales son educación (0.20), y psicología y psiquiatría (0.28). Las grandes productoras y generadoras de citas fluctúan en el rango de 0.48 a 0.63, en el mejor de los casos 37 puntos por debajo de la norma internacional, esto se deriva de la escasez de citas recibidas por disciplina a los artículos mexicanos en comparación con el total mundial de las citas recibidas por disciplina.

En el escenario internacional, en el quinquenio 1996-2000, de un grupo de países seleccionados se observa que los Estados Unidos presentaron el mayor impacto relativo con un 1.44, seguidos muy de cerca por el Reino Unido, con 1.20 y por Canadá, con 1.17. Con respecto a países latinoamericanos, el mejor ubicado es Chile, con 0.69, seguido por Argentina, con 0.61 y por México, con 0.55.

De 1981 a 2000, el Distrito Federal es el que genera la mayor producción de literatura científica en el país, con 37,879 artículos, y además es el que aporta el mayor número de citas, con 183,280, sin embargo, su impacto se ubica en el cuarto sitio a nivel nacional, con 4.8. A pesar del nivel de producción, Tlaxcala posee el mayor impacto, con 7.2, seguido de Chiapas, con 5.5 y de Morelos, con 5.4, durante el mismo periodo.

La mayor producción de artículos científicos y de citas se realizó en el centro del país, de tal forma que el D.F., Morelos, Puebla y el Estado de México concentraron 44,623 artículos, lo que representa el 74.0% del total nacional. Este comportamiento es congruente con la elevada concentración de instituciones de educación superior y de centros de investigación de alto nivel en esta región del país.

Producción científica por institución

Como se señaló en la sección anterior, el mayor volumen producido de documentos científicos se realiza en el centro del país, principalmente en la UNAM, la cual participó en el quinquenio 1996-2000 con 12,190 artículos, y 25,244 citas. Su producción científica es la más importante del país, ya que cuenta con los centros e institutos de investigación más importantes en diversas disciplinas, los cuales desarrollan y fomentan la generación de nuevos conocimientos y tecnologías. La Secretaría de Salud es la segunda institución en importancia, con 2,488 artículos y 4,068 citas. El Instituto Politécnico Nacional (IPN), representado por el Cinvestav, y el IPN como tal se sitúa en el tercer lugar, con 4,628 artículos y 8,756 citas, y la UNAM, con 1,901 y 2,837 artículos y citas, respectivamente.

Centros SEP-CONACYT

Por lo que respecta a las instituciones que conforman los centros SEP-Conacyt, se puede observar que su comportamiento en el último quinquenio no varía con respecto a periodos pasados. De tal forma, que las instituciones que mayor número de artículos generaron son el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), con 536 artículos, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), con 517 y el Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIOAC), con 344 publicaciones, de igual manera estas instituciones son las que mayor impacto reportaron en el quinquenio 1996-2000.


Colaboración

La relación con las redes de colaboración con otros países en la producción de do-

cumentos científicos durante el quinquenio 1996-2000, se conserva el mismo comportamiento que en periodos anteriores, a excepción de la nueva inclusión de Cuba por lo tanto, los científicos mexicanos desarrollan la mayor parte de sus vínculos con científicos norteamericanos, europeos, y en menor medida, con científicos de origen latinoamericano.

De igual forma, el 40% de los artículos de origen extranjero que son citados por científicos mexicanos provienen de Norteamérica, situación que confirma la estrecha relación que existe con México en materia científica.

Revistas mexicanas procesadas por el ISI

De acuerdo con sus normas de calidad, las cuales hacen referencia a la calidad e influencia que deben presentar las publicaciones científicas, el ISI procesa seis revistas científicas de origen mexicano: revista *Archivos de Investigación Médica*, revista *Historia Mexicana*, *Revista de Investigación Clínica*, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, *Revista Mexicana de Física*, y *Revista de Salud Mental*, de las seis, la mitad se refiere a investigaciones relacionadas con la salud. Las revistas con mayor producción de artículos y número de citas son: *Revista Mexicana de Física* y revista *Archivos de Investigación Médica*, las cuales generaron en el último quinquenio 529 y 436 artículos, respectivamente. Además de representar el 57% del total de artículos generados por las seis revistas indizadas, este comportamiento reafirma la tendencia de la producción nacional, en la que las disciplinas con el mayor número de artículos generados son física y medicina. El mayor impacto durante el mismo periodo fue arrojado por la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, figurando con un 2.47 de impacto. 

PRODUCCIÓN E IMPACTO SEGÚN EL ESTADO DE RESIDENCIA DEL AUTOR 1981-2000

Estado	Artículo	Citas	Impacto
Distrito Federal	37,879	183,280	4.8
Morelos	2,180	17,184	5.4
Puebla	2,334	8,074	3.2
Guatemala	2,000	6,749	3.3
Estado de México	7,907	8,770	4.0
Tlaxcala	1,784	6,463	3.7
Morelos	1,547	6,272	3.4
Chiapas	1,021	3,562	3.4
Estado de México	1,081	2,594	2.1
Veracruz	576	2,455	2.4

Lo que en computación nos depara el inicio del NUEVO MILENIO

Efectuar pronósticos es aventurado, y es un trabajo que conlleva alta incertidumbre. Empero, eso es lo que hace precisamente este artículo, restringido en ámbito (la computación e ingeniería de cómputo —y de ellos, tan solo de unos cuantos temas, no necesariamente los más importante—) y en tiempo: hablaré tan solo de los primeros cincuenta años del nuevo milenio. Acompaño estas predicciones con razonamientos que las hacen más creíbles. La perspectiva del artículo se centra en la Ciencia de la Computación y en unas cuantas aplicaciones, notablemente ingenieriles. Mi ignorancia me impide predecir muchas otras aplicaciones en Medicina, Jurisprudencia, y otras ciencias.

Adolfo Guzmán Arenas

*Centro de Investigación en
Computación (CIC), Instituto
Politécnico Nacional (IPN)*

aguzman@cic.ipn.mx



En el presente milenio, la Computación se convertirá en ciencia. Sabremos medir, y estableceremos ecuaciones de estado entre las mediciones. Estas ecuaciones de estado permitirán hacer estudios y análisis de los fenómenos de cómputo.

Perspectiva mundial

Hay problemas importantes para la humanidad que no están relacionados con computación (aparentemente). Por ejemplo, más apoyo a la mujer; a los ancianos; una vacuna contra la gripa; contra el sida; la lucha contra la corrupción; el deterioro de recursos naturales.

Hay problemas que sí se pueden resolver con ayuda de la computación: el pronóstico del clima, información total sobre cada individuo, efectos de la contaminación ambiental, sobre la calidad del aire, del agua, ... No opino sobre ellos, porque no tengo pronóstico.

Hay predicciones que podemos hacer con relativa seguridad: México continuará firmando tratados de libre comercio con otros países.

Perspectiva histórica

Es inútil predecir lo que va a ocurrir en los próximos mil años. Imagine usted a Cristóbal Colón (1492) prediciendo la caída del muro de Berlín (1989). Hablaré de los próximos cincuenta años.

Perspectiva de la Computación

La computación se originó en 1948 (aproximadamente), de manera que es una ciencia muy joven, con menos de cien años. Compare con la edad de la Medicina (5,000 años), de las Matemáticas (2,500 años), de la Química, de la Astronomía. Por consiguiente, la mayoría de las aportaciones en Computación no ocurrieron en este segundo milenio, sino ocurrirán en el próximo.

Avances de la Ciencia de la Computación

En el presente milenio, la Computación se convertirá en ciencia. Sabremos medir, y estableceremos ecuaciones de estado entre las mediciones. Tendrán unidades la ergonomía o facilidad de uso de un programa, su reusabilidad, su portabilidad. Los MIPS (Millones de Instrucciones por Segundo), whetstones y drystones serán substituidos por verdaderas unidades para medir la velocidad de cómputo.

Sabios en la materia hallarán «ecuaciones de estado» de la forma $pV = kRT$, entre las diferentes mediciones de un programa o de un cálculo. La «primer ecuación de Rodríguez» podría ser: «si multiplicamos la velocidad de un programa expresada en Fernandios por su ergonomía en Castillejos, obtendremos el tamaño del programa en bits dividido por ...» Estas ecuaciones de estado permitirán hacer estudios y análisis de los fenómenos de cómputo.

Sabremos almacenar la capacidad de cómputo. Las computadoras, que ociosas ahora de noche desperdician ciclos de máquina, ya no lo harán, sino acumularán estos ciclos en un «repositorio para uso posterior» de la capacidad de cómputo no usada. ¿Cómo se hará esto? No lo sé, pero estoy seguro que así será.

Avances de la tecnología de la computación

Las computadoras seguirán siendo más rápidas, más baratas, más confiables. Eventualmente, se usarán enjambres de ellas para obtener aún más rapidez y confiabilidad. Las bases del cómputo distribuido y paralelo ya se tienen.

Cada aparato o mercancía de cierto valor tendrá una computadora o unidad de cómputo de cierto tipo asociada a ella. Por ejemplo, los ventiladores percibirán que ya no hay personas a quien ventilar, y dejarán de funcionar. Ver §2.1, «Agentes».

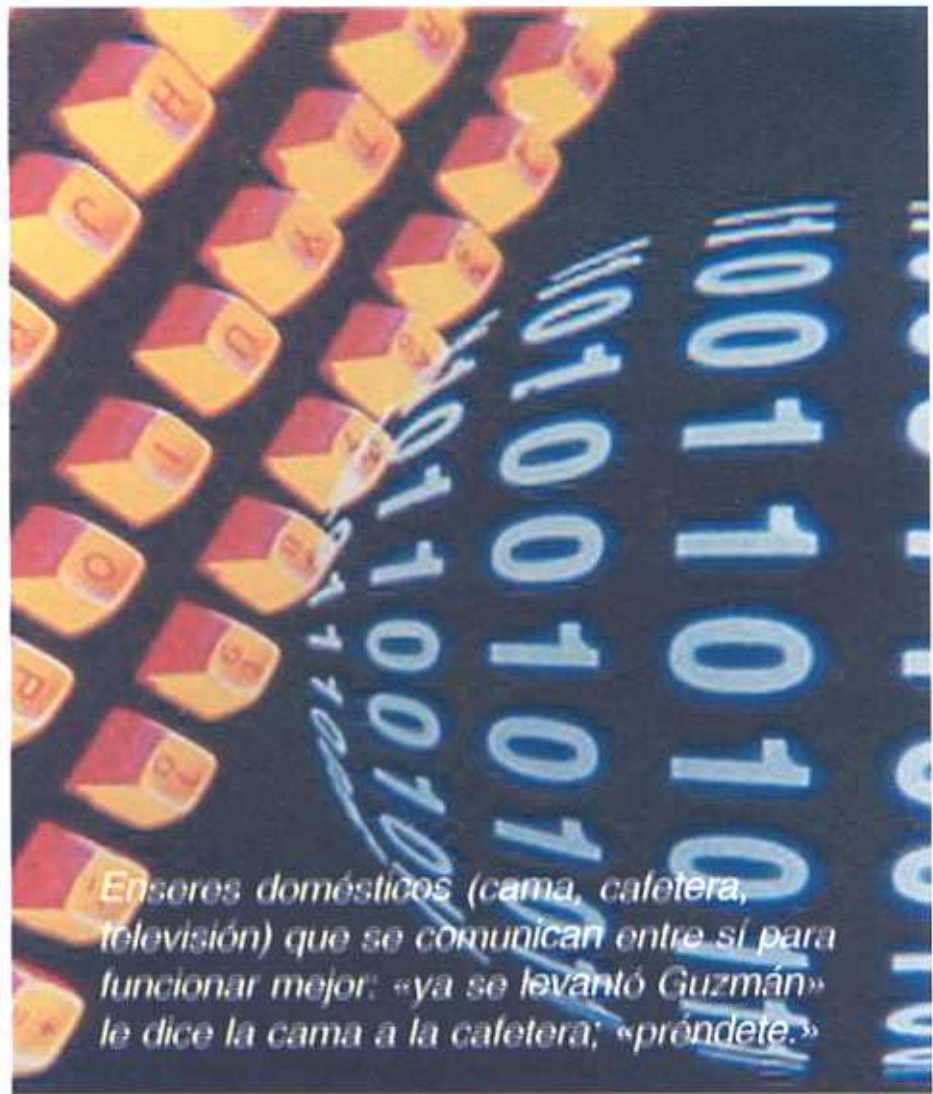
AVANCES ESPERADOS Y SU IMPACTO

Listo algunos avances sobre los que me atrevo a lanzar pronósticos. Hay otros más importantes (Cf. §1.1) sobre los que no me atrevo.

Agentes. Un agente es un proceso asincrónico (o demonio), parte de una colección de procesos similares que tienen un fin común, y que están geográfica y temporalmente dispersos. Ya sabemos cómo confeccionar estos agentes, y ahora nos falta crear muchas aplicaciones de los mismos. Habrá un avance acelerado sobre la invención, confección y uso de agentes, en los próximos 50 años. Los agentes harán posible que las máquinas interactúen mejor con otras máquinas, al dotárseles de propósito, de recursos, y de otras cualidades ahora reservadas para los humanos.

Mercancías inteligentes.

Las mercancías de cierto valor estarán dotadas de capacidad de cómputo y de comunicación con otros agentes. Serán como las tarjetas inteligentes que ahora se usan para hacer llamadas por teléfono, como identificación, etc. Ya en el CIC, Jesús Olivares [17] y otros trabajan en el proyecto «Interacción dirigida entre agentes con propósito», que sienta las bases para este avance importante. Algunas aplicaciones de estos agentes son: Mercancías que saben a dónde quieren ir. Logística distribuida.



Enseres domésticos (cama, cafetera, televisión) que se comunican entre sí para funcionar mejor: «ya se levantó Guzmán» le dice la cama a la cafetera; «préndete.»
Mercancías que notan que nadie las compra, y sugieren bajar (o subir) de precio.
Automóviles que conversan con las garitas de pago, y preguntan directrices para llegar a un cierto sitio en la ciudad de Oaxaca.

Agentes que «viajan mi recorrido de vacaciones» antes que yo, y me traen información interesante. Agentes que conocen mi perfil de intereses, y qué idiomas leo, y viajan por la red, coleccionando artículos y videos que me interesen.

Equipo complejo que recuerda cuándo debe dársele mantenimiento; equipo que, al ser reparado, nota que le están introduciendo piezas de reposición incorrectas.
Licencias de manejo que me avisan que están próximas a expirar.
Edificios y puentes que avisan que están sobrecargados, próximos a fallar.

Programación con agentes

Michael Huhns [9-16] actualmente construye agentes que buscan ellos mismos dónde insertarse en el código de la aplicación. Es una manera novedosa de atacar el problema de diseño de software, tan estudiando por la Ingeniería de software.

Agentes guardianes

Para muchas de nuestras actividades, tendremos agentes a nuestra disposición, que observarán lo que estamos haciendo, y de manera autónoma propon-

drán información, rutas alternas al destino, etc. Por ejemplo: agentes para cuidar nuestra salud, nuestro bienestar, nuestro peso. Agentes que sugieren dietas alimenticias. Agentes que, basados en mi información genética, me advierten de riesgos y enfermedades a los que estoy predispuesto.

Agente educativo, que nos sugiere cursos que tomar, de una miriada de cursos disponibles anunciados en la red, tomando en cuenta nuestro estado actual de conocimiento, nuestras metas, etc. En el próximo siglo se mejorarán en mucho los programas que desarrollan planes de estudio individuales e introducen nuevos paradigmas en educación, como EVA [6].

Agentes compradores. Viajarán por la red y dialogarán con otros agentes, a fin de adquirir cosas para nosotros [17].

Agentes que interaccionan y negocian

Dado un escenario bélico donde el país está siendo invadido por decenas de aviones bombarderos, negociarán entre sí los agentes de cada cañón o cohete defensivo, para repartirse los blancos. «El blanco 17 se está alejando mucho de mí, y se acerca a ti, Agente 54. ¿porqué no lo tomas y le disparas tú?»

Internet

Conforme más nodos se agreguen a la red, disminuirá la calidad de la información presente en cada uno (observación hecha por el Dr. Hal Berghel). Imagine usted un millón de estaciones de televisión, cada una sin mucho importante que decir, y hablando solo de un tema extraordinariamente angosto. Así está el Web hoy, excepto que la información es en texto. En el próximo siglo, las personas visitadoras de páginas Web tendrán unos pocos sitios selectos, a los que visitan regularmente. Mucho de la búsqueda de información se hará por medio de buscadores inteligentes, algunos de los cuales se basarán en el Clasitex [4, 5] de hoy. El CIC arranca (2000) un proyecto para hacer el *Índice del Conocimiento* [8], clasificando *todos* los artículos, publicaciones, libros, ..., que aparecen en español en el Web, en bibliotecas digitales, etc.

Corrupción. Ingreso transparente

Las personas se registrarán voluntariamente como «personas de ingreso transparente». Las que así lo hagan tendrán preferencias y consideraciones favorables en cuanto a pago de impuestos, historial crediticio, en los tribunales, y para ocupar cargos públicos. Serán personas que consienten en que ciertos agentes (Cf §2.1) observen sus ingresos, a fin de declararlos «personas honorables» y libres de corrupción. Será quizá la primera vez en que se use a las máquinas para emitir votos de calidad sobre personas.

Educación asincrónica y no presencial usando la computadora

En unos cuantos años, basados en EVA [6], se popularizarán y enraizarán nuevos métodos de enseñanza basados en computadora. Son y serán nuevos sistemas para educar, donde cada estudiante:

- ◆ recibe una instrucción individualizada; no tiene que ir a la escuela (estudia desde su lugar de trabajo o casa);
- ◆ recibe por Internet el material de estudio (cursos); educación *en línea*;
- ◆ La computadora le hace exámenes, vía Internet;
- ◆ El profesor ahora se dedica a asesorar, a contestar preguntas, a guiar, a corregir, y no tanto a dar clases; Método fácil de aprender a lo largo de vida; más barato, más democrático.

La educación llega aún a poblados distantes. Evita la construcción de edificios, universidades, bibliotecas, estacionamientos... Elimina o mitiga la educación presencial.

Riesgos. La computadora sabrá qué estudió cada uno de nosotros. Esto no es una afrenta a los derechos humanos, pero sí me impide mentir, hacerme pasar por Doctor cuando no lo soy.

La computadora sabrá qué tan rápidos o tontos somos para aprender tal o cual cosa.

Posible desempleo de profesores (no a corto plazo).

Posible formación deficiente de personas, al carecer del trato personal, del trabajo en grupo, de la interacción día con día con profesores o investigadores con experiencia.

Estadísticas de cada individuo

Los censos de vivienda, de población, de ingreso, etcétera, ya no producirán resultados estadísticos o agregados. Se publicará (ocultando la identidad) información sobre *cada uno* de los habitantes de México, cada una de sus compras, cada transacción, etc. Se necesitarán técnicas de minería de datos [1, 3] para analizar adecuadamente esta riqueza de datos.

Minería de datos. Continuamente se analizarán las compras, viajes, llamadas telefónicas, preferencias, etc., de cada individuo (o empresa), para ofrecerle productos, ofertas, inversiones, etc. Se aplicarán ampliamente las técnicas de minería de datos (la búsqueda automática de tendencias, desviaciones y situaciones interesantes [1]) para esto.

Evaluadores-predictores de un individuo, empresa-nación

Cada persona (o empresa) será comparada contra un *estereotipo* o persona típica (según su edad, rango, condición social, etc.). También será comparada contra un gran número de personas (o empresas) que exhiban características similares. De ahí, se podrá predecir su comportamiento, sus expectativas de vida, de ingresos anuales, su valor, etc. Se podrá opinar si está bajo promedio, es sobresaliente, o va a fracasar. Si le va a ir bien, y qué tan bien. Esta «evaluación probable» será usada por las personas cuando intenten contraer matrimonio, buscarse socios, contratar empleados, conceder préstamos personales, etc. Con agregados de estas evaluaciones, se evaluará el *valor* de una empresa, de un municipio, de una nación. Se medirán y tomarán en cuenta para estas predicciones otros

indicadores, tales como la *homogeneidad* del grupo, el grado de comunicación e interacción entre sí; su diversidad de inclinaciones políticas, etc. Jorge Gil (IIMAS, UNAM) aplica computación al estudio de grupos sociales.

Visión por computadora

La computadora podrá vernos (via cámaras de video), saber quiénes somos, a dónde vamos, dónde estuvimos, con quién platicamos. El procesamiento rápido de las imágenes hará que la computadora pueda actuar mientras nos está viendo (permitiéndonos acceso al edificio en que trabajamos, por ejemplo, puesto que ya nos reconoció). Será fácil poner en las esquinas cámaras digitales para tomar fotos, para entender lo que está ocurriendo: cuando viajamos muy rápido, cuando nos pasamos un alto, cuando cruzamos a media calle. Mejor vigilancia de lo que ocurre, de nuestro comportamiento.

Procesamiento de rostros

Al analizar nuestros rostros, la computadora podrá identificarnos: conocer nuestro nombre, domicilio, etc. Podrá, pues, identificar a los autores de robos, de asaltos. Se usarán las mismas cámaras que ahora vigilan los bancos y cajeros automáticos. Será innecesaria la credencial de identificación. No habrá que mostrar documentos al entrar al país, a un edificio, ... Introducir una tarjeta en un reloj, para entrar a trabajar, o pasar lista en clases, será cosa del pasado. Ya en 1999, Patricia Rayón [18] progresa en este sentido.

Problema: Será imposible permanecer oculto, incógnito, inconspicuo. Se podrá saber en todo momento en dónde estoy, con quién platico, qué platico, ... Es como si en la frente llevara graba-

do mi nombre, mi registro federal de causantes, mi *curp*.

Ventaja: será imposible para muchos delincuentes permanecer de incógnito. Una cámara de televisión con computadora integrada, podrá saber el nombre, número de identidad, y otros datos, de cada una de las personas que observa. Estas cámaras, colocadas en bancos, procesarán los rostros de las personas en tiempo real, y observarán actitudes o actividades anómalas, fuera de lo común (minería de videos). Y, además, grabarán lo que ven.

Riesgos: Demasiada rigidez, «el hermano mayor» de Orwell (novela «1984») computadora entrometida. Somos observados «para que todo el mundo pueda vernos».

Espionaje, invasión a la privacidad (?), Espías inteligentes (que entienden lo que se habla) de conversaciones telefónicas.

Los «policías electrónicos» podrían no tener criterio.

Jueces electrónicos; leyes electrónicas

Una sentencia o proyecto de sentencia será comparada (usando tanto información numérica como textual, «Análisis de artículos escritos en lenguaje natural») contra todas las otras sentencias y proyectos hechos en el pasado por jueces similares en casos parecidos. Las máquinas criticarán estos proyectos y ofrecerán cambios y sugerencias. Otro tanto pasará con las leyes propuestas.

Tiempo real

Las máquinas tendrán visión (§2.6) en tiempo real (es decir, conforme la acción sucede). Podrán entender lenguaje

hablado, en tiempo real. Podrán traducir de un lenguaje a otro, en tiempo real.

Identificación de voz

Hoy en día, podemos hacer con cierta dificultad' los siguiente:

- ◆ Dictar una carta a la computadora
- ◆ Darle órdenes habladas.
- ◆ Pedirle que anote los acuerdos de una asamblea.
- ◆ Pedirle información en español, por teléfono.
- ◆ Tomará minutas de una reunión.

Estas labores serán completamente satisfechas en el futuro cercano. También, la computadora podrá contestar en español (generación de voz).

Riesgos. Espías electrónicos que oigan nuestras conversaciones y busquen palabras clave («asalto al banco», «Partido Acción Nacional») y entiendan lo que decimos. Ellos son superiores al uso de personas para oír los mensajes interceptados, pues éstas se enfadan, se distraen, se aburren. Un espía electrónico no tiene estos defectos. Espionaje electrónico de voz.

Traducción de voz

Las técnicas de Tiempo Real, aunadas a las de Inteligencia Artificial y de Sistemas Basados en Conocimientos [8] (algunas de las cuales se desarrollan en el Laboratorio de Lenguaje Natural del CIC) harán posible que la computadora analice una conversación o discurso en inglés y la transforme al español conforme la conversación avanza, sin demoras.

Simulación, modelos

Simulación cualitativa. Esta rama de la Inteligencia Artificial modela siste-



as complejos con «ecuaciones cualitativas» del tipo «si el agua está muy caliente, y el tanque no está muy lleno, abre la válvula de entrada un poco», utilizando variables cualitativas y difusas. Uso de términos cualitativos, como «un poco de», «unas cuantas veces», «muy débil la señal», «suficientemente discutido». Actualmente es un campo activo de experimentación en el Laboratorio de Inteligencia Artificial del CIC. Estas ecuaciones son las únicas, actualmente, útiles para modelar sistemas con una gran complejidad, y su uso se incrementará notablemente.

Simulación de leyes y reglamentos. Además de evaluar un proyecto de ley contra «leyes parecidas», podremos usar la gran cantidad de datos individuales para simular el efecto de estas leyes sobre la población, antes de promulgarlas. Ayudará mucho en esto las estadísticas de cada individuo. Guerra de presupuestos via simulación: El efecto de la compra de un nuevo tipo de helicópteros, o de una nueva arma, podrá ser analizado por el ejército via simulación de combates viejos donde se introducen las nuevas armas. Así se tendrá buena idea de su utilidad real o probable. Ya en la Escuela Superior de Guerra (México) se usan simuladores sofisticados para entrenar a responsables de tropa.

Medidas tomadas por la computadora en caso de un desastre. La computadora amasará datos de lo que está sucediendo en la ciudad (de México, digamos), dará la voz de alarma («está ocurriendo un gran incendio en La Merced»); activará planes de emergencia concebidos de antemano; comparará el avance de las labores de auxilio y rescate contra lo previsto, y sugerirá medidas adicionales y alteraciones al plan original; aprenderá de lo sucedido y fabricará nuevos escenarios de desastres y sus soluciones; y finalmente, tipificará los desastres, para tener un «modelo genérico de desastre» conforme estos se acumulan. Ya en 1999 el CIC colabora con la Dirección General de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal en este sentido. Otro ejemplo: el Sistema de Transporte Colectivo («Metro») de la Cd. de México usa un *simulador* con una consola igual a la real, para entrenar a operadores del puesto central de comandos. En este simulador se pueden recrear desastres pasados, para entrenar, para mejorar reacciones.

Sistemas de información

Continuará el enfoque hacia la captura y sumarización automática de información introducida por ANASIN [1, 3] y otras bodegas de datos avanzadas, para mantener actualizada sin intervención humana, la información estratégica que las empresas usan. Esto enlaza bien con los *mineros* de datos (§2.5.1).

Inteligencia Artificial

Habrán avances importantes en:

- ◆ Simulación cualitativa o intuitiva: nuevos métodos de hacer cálculos usando más o menos la forma en que una persona los realiza.

- ◆ Entendimiento de términos poco familiares. El uso de árboles de conceptos y comparadores de ontologías [8] permitirá que dos computadoras que tienen datos o conceptos similares «se entiendan» e intercambien información provechosamente, a pesar de que no usan los mismos términos. De gran utilidad para que dos *agentes* programados por distintas personas, se comuniquen entre sí.
- ◆ Mezcla de sensores. La información del rostro de un individuo, de su voz, del lugar donde andaba, etc., permitirán hacer una identificación única que será aceptada como prueba aún por el tribunal más escéptico.

Análisis de artículos escritos en lenguaje natural

La computadora podrá entender textos en español. Por ejemplo, artículos en un periódico. Por ejemplo, leyes propuestas, discursos de políticos, de senadores... Será posible darle órdenes a la computadora en español. No tendremos que aprender a programar en lenguaje «C», ni JAVA. Algunos avances actuales [2, 4, 5] hacen creíble esta predicción. La ventaja será enorme: las computadoras podrán leer libros en lenguaje natural, y así aprender lo que aun no saben: Física, Ecuaciones Diferenciales, Derecho Comparativo, ... El sueño de la Inteligencia Artificial será realidad: una máquina que aprende sin programarla. Esta máquina, al cabo de cierto tiempo, habrá leído *todo lo que hay por leer*, y será el repositorio de *toda la sabiduría* humana. Conocerá todas las ciencias. La Interciencia será posible no entre seres humanos, sino entre computadoras.

Una vez llegado a este punto, ¿quién continuará descubriendo nuevos teoremas, nuevos materiales, nuevos algoritmos? La máquina, con mucho más ventajas que el ser humano. El ser humano podrá (al principio) guiar a la máquina en este descubrimiento, pero pronto la brecha entre conocimientos será muy grande. Entonces el ser humano verá cómo la máquina sigue y sigue descubriendo y proponiendo cosas (teoremas, substancias, modelos, ...) de las que él solo tiene una idea vaga, remota e incompleta.

Riesgos. Será fácil hacer espías electrónicos de lo que leemos, de lo que compramos para leer, de lo que más nos gusta leer. Invasión a la privacidad. Se podrán hacer filtros para evitar que llegue a nuestras manos información que alguien decide que no debemos leer. Censura electrónica. «Elimina de la información electrónica que le llega al Lic. Vicente Fox, todo lo que se refiera a PEMEX.»

LO MÁS IMPACTANTE

Mayores cambios en nuestra forma de vida (influenciados por la computación).

La era de las máquinas

El tercer milenio será el milenio de las máquinas. 2050 será el año de las máquinas (computadoras, o de procesamiento de información). Por primera vez, las máquinas estarán interesadas (y nosotros también) en comunicarse no tanto con seres humanos, sino con otras máquinas. Se compor-

Las computadoras del año 2050 serán como las deseaban los japoneses en su proyecto de Quinta generación de computadoras (1981). Tendrán visión, podrán entender (oír y hablar) español —u otro lenguaje natural—; procesarán grandes cantidades de información (computación distribuida y paralela); sus instrucciones de máquina serán deducciones lógicas e inferencias, etc.



tarán como un enjambre de agentes con control distribuido, que colaboran entre sí. El ser humano podrá interaccionar con ellas, a través de un agente (otro programa) que conocerá las limitaciones del ser humano (baja velocidad de procesamiento, limitada memoria, con fallas, con olvido, con tendencias a almacenar una cosa y recordar otra) y trata de modelar a este «receptor imperfecto» (el ser humano) a fin de introducirle suficiente información a pesar de lo estrecho del canal.

La interciencia

El tercer milenio será el milenio de las máquinas, repito. En este párrafo, predigo cómo las computadoras serán los depósitos del conocimiento (ahora se les llama sabios, o especialistas, y son seres humanos) de la humanidad (habrá que acuñar un nuevo nombre al conjunto de seres humanos y máquinas de procesamiento de información, puesto que la inmensa mayoría de los conocimientos residirán en estas últimas).

Las personas aprenden lentamente asimilando o añadiendo conceptos a su árbol o taxonomía de conocimientos. En cambio, las computadoras pueden simplemente copiar árboles «aprendidos» o deducidos por otras máquinas. Esto implica que la cantidad de conceptos que una computadora puede manejar, no está limitada por su «velocidad de aprendizaje» ni por su tiempo de vida.

Dicho de otra forma, el conocimiento de una persona está limitado por cuántos conocimientos puede aprender en su vida. Una persona no puede «cargar una copia» de los que otra persona aprendió. Si mi tío aprendió francés y le tomó cuatro años, no puede pasarme sus conocimientos en una cinta magnética que yo «cargó» rápidamente en mi cerebro. Debo yo aprender francés paso a paso y probablemente tarde yo también cuatro años. Una computadora sí puede leer una cinta con los conocimientos que otra posee. Es un método rápido de adquirir conocimientos.

De hecho, la única Interciencia posible, que realmente valga la pena, será la que realicen las máquinas (no los seres humanos), dadas las limitaciones de tiempo para aprender que tenemos las personas. Queja: La computadora ya es mejor en ajedrez, en aritmética, en cálculos, en ortografía; en dibujo; en edición de documentos. ¿Qué tanto conviene seguir «perfeccionando» la dichosa maquina?

Computación distribuida y paralela

La agregación de máquinas en redes débil y fuertemente acopladas, produce y producirá máquinas más poderosas, más rápidas. Estarán formadas por muchos procesadores. Cada una será una máquina con muchos datos, con muchos conocimientos, con muchos procedimientos (algunos serán *agentes*) para hacer cosas muy variadas y complejas. Esta agregación, entre otras cosas, apoyará el desarrollo de la Interciencia.

Riesgos. Si seguimos este camino, la computadora pronto será mejor que el ser humano. Más rápida, por tener varios procesadores (cómputo paralelo). Con más conocimientos, al tener más memoria (un gigabyte de almacenamiento en un disco duro cuesta 25 dólares EE.UU.).

Las próximas generaciones de computadoras

Las computadoras del año 2050 serán como las deseaban los japoneses en su proyecto de Quinta generación de computadoras (1981). Tendrán visión, podrán entender (oír y hablar) español —u otro lenguaje natural—; procesarán grandes cantidades de información (computación distribuida y paralela); sus instrucciones de máquina serán deducciones lógicas e inferencias, etc.

Las máquinas como guardianes de las personas

Cada persona (de ciertos recursos, o status) tendrá varios agentes guardianes (ángeles guardianes, los llama la mitología católica), que servirán para guiarlo en su educación (ref. Proyecto EVA), en sus relaciones personales, en sus gustos, para planearle sus ejercicios, su dieta o alimentación, ... Se parecerán a los Sistemas Expertos del segundo milenio (circa 1970), y a los Sistemas Basados en conocimientos de 1980. Estarán basados en agentes. Serán poseedores de casi toda la información relevante sobre el angosto tema en el que asesoran. Esta información será recolectada por agentes subsidiarios que viajan por las redes de información (parecidas a Internet de fin del segundo milenio) y extraen la información, analizando textos según taxonomías de conceptos, tal como lo hace ahora Clasitex.

La pérdida de la privacidad

Los últimos restos de privacidad y confidencialidad se perderán al llevar las máquinas estadísticas y datos individuales de nuestros gustos, nuestras vacaciones, a qué restaurantes acudimos a comer, qué comemos, etc. Esto no necesariamente será mal visto por la mayoría de las personas, las que estarán «agradecidas» de que las máquinas les hagan la vida más segura, más placentera, más llevadera, con más tiempo libre.

Conclusiones y recomendaciones

Los progresos en computación continuarán a mejor ritmo en el próximo milenio, ya que cuando una ciencia arranca, su progreso es torpe y lento. Conforme la cantidad de ingenieros y científicos que trabajan en computación aumenta, su velocidad de progreso crecerá.

Las aplicaciones de la computadora continuarán con su ritmo vertiginoso, y continuarán abaratando y mejorando nuestra forma y nivel de vida.

Expectativas

En el próximo milenio, las máquinas se dedicarán preferentemente a hacer intercambio de información con otras máquinas. En cuanto a las personas, las máquinas llevarán esta-

dísticas y datos detallados de lo que cada uno de nosotros hacemos, comemos, visitamos, estudiamos, ignoramos, ...

Qué hacer, cómo aprovechar mis predicciones

Adelántese usted al futuro, y lleve a cabo *ahora* las contribuciones o innovaciones que se prevén para después. Haga realidad este futuro, si cree en las predicciones aquí expuestas. No se dedique al bluff ni al multichambismo. El futuro se hace en el presente.

Agradecimiento

A los árbitros anónimos, que aportaron sugerencias enriquecedoras. Cualquier error remanente es, por supuesto, mío.

Este artículo apareció en la revista *CIENCIA*, 51, 2, 13-22, junio 2000, publicada por la Academia Mexicana de Ciencias. 

Bibliografía

CIC-IPN es: Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.

1. Guzmán, E., Guzmán-Arenas, A., y Martínez-Lima, G. (1999). Análisis: Minería de datos con búsqueda de patrones de comportamiento. Memorias del Foro «Computación, de la teoría a la práctica» 13-28. CIC-IPN, mayo 26-28. ISBN 970-18-1012-1. También: Memorias del Congreso Internacional de Computación CIC-99, Pedro Galbarrá, ed. CIC-IPN, ISBN 970-18-1697-9, 128-130.
2. J. Galbarrá, G. Salazar, and A. Guzmán-Arenas (1999). Document comparison with a weighted bipartite graph. DEFA-99, 10th International Conference on Database and Expert System Applications, Workshop on Document Analysis and Understanding for Document Databases, 366-370. Florence, Italy, August 10-September 1.
3. Guzmán, E. (1998). Herramientas para la empresa distribuida. Memorias del Foro «Computación, de la teoría a la práctica» 5-14. Mayo 26-28. CIC-IPN, ISBN 970-18-1012-1.
4. Guzmán, E. (1998). Finding the main themes in a Spanish document. Journal Expert Systems with Applications, 14, No. 1, 2, 139-145. Jan. 1998.
5. Guzmán, E. (1997). Hallando los temas principales en un artículo en español. Soluciones Avanzadas 5, 43-50. Enero-julio 15. D. party, 3, 49-66B, septiembre 15. También en: Memorias del Simposio Internacional de Computación, 36-51. CIC-IPN, noviembre 17-18. Una versión corta de este artículo aparece en Boletín de la Sociedad Mexicana de Ciencias de la Computación J. C. 14, 16, invierno de 1999.
6. Adolfo Guzmán and Gustavo Valdez. (1998). Virtual Learning Spaces in distance education: tools for the EVA Project. Journal Expert Systems with Applications, 15, 14, 205-210. Oct. Elsevier.
7. Adolfo Guzmán (1998). La Computación en la Intelectual. Memorias del Congreso Internacional de Computación CIC-98 «La computación, investigación, desarrollo y aplicaciones» 41-56. CIC-IPN, ISBN 970-18-1916-0.
8. Douglas R. Lenat and P. A. Golub. (1990). Building large knowledge-based systems. Addison-Wesley.
9. Huhns Michael N., Singh Manminder P., Kwozyk Tomasz (1997). Global Information Management via Local Autonomous Agents, in Readings in Agents edited by Michael N. Huhns, Manminder P. Singh, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.
10. Huhns, M. N. and Singh, M. P. (1998). «Managing Heterogeneous Transaction Workflows with Cooperating Agents» in Agent Technology: Foundations, Applications and Markets, Nicholas R. Jennings and Michael J. Wooldridge, editors. Springer-Verlag, Berlin, 219-240.
11. Huhns, M. N. and Singh, M. P. (1997). «Internet-Based Agents: Applications and Infrastructure». IEEE Internet Computing, 1, 4, 8-9.
12. Huhns, M. N. and Singh, M. P. (1994). «Automating Workflows for Service Order Processing: Integrating AI and Database Technologies». IEEE Expert, 9, 3, 19-25.
13. Huhns, M. N. and Bridgeford, D. M. (1991). «Multiagent Truth Maintenance». IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 21, 6, 1437-1445.
14. Huhns, M. N. (1987). Distributed Artificial Intelligence, Pitman Publishing Ltd, London, England.
15. Huhns, M. N. and Soren, M. P. (eds.). (1997). Readings in Agents, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, CA.
16. Huhns, M. N., Bielek, D. and Tomizuka, C. (1995). «Enclosing the Next Generation of Active Objects». Object Magazine, 5, 4, 32-46.
17. Olivas, J. Domercq, Aguirre, A., Domínguez-Agala, María, y Guzmán-Arenas, A. (1999). Colaboración inteligente entre agentes con propósito. Memorias del Foro «Computación, de la teoría a la práctica» 210-219. CIC-IPN, Mayo 26-28. ISBN 970-18-1012-1. También: Memorias del Segundo Taller de Inteligencia Artificial, TAINA-99, 36-53. Octubre. CIC-IPN, ISBN 970-18-1554-9. También: Informes Técnicos del CIC No. 67, Serie Boica, Octubre, ISBN 970-18-1554-9. También: Memorias del Congreso Internacional de Computación CIC-99, Pedro Galbarrá, ed. CIC-IPN, ISBN 970-18-1697-9.
18. Patricia Rioson Ufilla. (1999). Tesis de doctorado. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Depto. de Ingeniería Eléctrica (Fuentes).

Algunas de estas actividades se están desarrollando en el Laboratorio de Tiempo Real del CIC.

POBLACIÓN



Y MEDIO AMBIENTE

El Informe Hopkins advierte que debemos encontrar un balance en nuestro ecosistema, ante el riesgo de una catástrofe ambiental. La población mundial sigue un crecimiento sostenido y con ella aumenta también la presión sobre los recursos naturales, lo que implica una amenaza a la salud pública y el desarrollo social y económico, advirtió un informe de la Escuela de Salud Pública de la John Hopkins School.

«Mientras los humanos explotemos la naturaleza para atender necesidades presentes estamos destruyendo recursos necesarios para el futuro», sostienen Don Hinrichsen y Bryant Robey, coautores del último número de la publicación *Population Reports* con el informe *Población y ambiente: El reto global*, editado por el programa de información sobre población de la John Hopkins School.

«La mayoría de las economías desarrolladas actualmente consumen recursos mucho más rápido de lo que estos se pueden regenerar. La mayoría de los países en desarrollo con altos índices de crecimiento poblacional enfrentan la urgente necesidad de mejorar sus condiciones de vida, pero arriesgan causar daños irreparables a los recursos naturales de los que dependen», advierte el informe.

«Escasez de agua, desgaste de suelo, pérdida de bosques, contaminación de aire y agua, así como la degradación de las costas, afectan muchas áreas», aseguran los autores. «Si no se practica un desarrollo sostenible, la humanidad se enfrenta al deterioro ambiental e inclusive puede estarse promoviendo el desastre ecológico», advierten.



«Mientras los humanos explotemos la naturaleza para atender necesidades presentes estamos destruyendo recursos necesarios para el futuro»

Cada vez peor el desarrollo sostenible requiere un aumento de la población más lento. La tasa de crecimiento se ha empezado a reducir, pero el número absoluto de personas continúa en aumento en cerca de mil millones cada 13 años y el ambiente sigue en deterioro. «Podemos asumir que la vida en la tierra, como la conocemos, puede continuar independientemente de cuáles sean las condiciones ambientales?», se preguntan los autores.

Según el estudio, durante los últimos 10 años las condiciones ambientales no han podido mejorar o parecen agravarse. Para el futuro, la forma en que las personas protejan o abusen del ambiente podría ser determinante en la mejora o deterioro de los niveles de vida.

A pesar de la preocupación internacional sobre el ambiente desde la Cumbre de la Tierra efectuada 1992, en Río de Janeiro, casi la totalidad de los asuntos ambientales continúan siendo causa de desvelos. Por ejemplo, la contaminación del agua junto con malas condiciones sanitarias provoca la muerte de cerca de 12 millones de personas al año. La contaminación del aire mata a tres millones más. Un mundo sin agua. Para el año 2025, año en que se proyecta una población mundial

de 8.000 millones de habitantes, 48 países que tendrán 3.000 millones de habitantes enfrentarán una crítica escasez de agua. En 25 años la humanidad podría estar utilizando más de 90 por ciento de toda el agua fresca, dejando sólo 10 por ciento para el resto de las plantas del mundo y los animales.

La mitad de los ecosistemas costeros están ahora bajo presión debido a la alta densidad poblacional y al desarrollo. Cerca de la mitad de la población mundial

ocupa una franja costera de 200 kilómetros de ancho, lo que significa 10 por ciento de la superficie de la Tierra.

Durante los últimos 50 años, cerca de la mitad de los bosques originales del mundo se han perdido. La actual demanda de productos del bosque puede exceder los límites del consumo sostenible en 25 por ciento. Desde 1950, según estimaciones, cerca de 600,000 especies de plantas y animales han desaparecido y actualmente cerca de 40,000 más se encuentran amenazadas. Este es el índice de extinción más rápido desde la desaparición de los dinosaurios.

Durante los últimos 40 años, la superficie del océano se ha calentado un promedio de medio grado Celsius, principalmente como resultado de las emisiones de carbono por el uso de combustible fósil y la quema de los bosques.

El calentamiento global podría aumentar el nivel del mar de uno a tres metros al derretirse los glaciares polares, desplazando así a millones de personas. El calentamiento global también puede provocar serias sequías y convulsionar la agricultura.

Desarrollo sostenible El informe Hopkins insta a los gobiernos y a los encargados de definir políticas a tomar medidas inmediatas hacia la práctica del desarrollo sostenible.

Los pasos hacia el desarrollo sostenible incluyen la utilización de energía de manera más eficiente, administrar mejor las ciudades, eliminar los subsidios que



promuevan el desperdicio, administrar el agua y proteger las fuentes de agua fresca, cosechar productos del bosque en lugar de destruir los bosques, preservar la tierra cultivable e incrementar la producción de alimentos, administrar las zonas costeras y la pesca, proteger la biodiversidad y adoptar una convención del cambio climático entre las naciones.

La estabilización de la población a través de buenos servicios de planificación familiar «compraría tiempo para proteger los recursos naturales», sostiene el informe. Además, agrega, daría oportunidades a la mujer y las familias para que eleven sus niveles de vida.

El presupuesto anual de los países en desarrollo para programas relacionados con la planificación familiar es de sólo 2,000 millones de dólares, menos de la mitad de los 5,700 millones de dólares que prometieron donar en la reunión del Cairo.

En la balanza queda si la población mundial debiese estabilizarse en 9,000 millones de habitantes o menos, o si debiera crecer a 11,000 millones o más allá. «La estabilización de la población tendrá un poderoso efecto en los niveles de vida y el ambiente global», sostienen los autores. ☺



Si deseas el artículo completo consulta la siguiente dirección electrónica:

<http://www.ihuacp.org/prj/soc17ediam.stm>

Cuando el futuro nos alcance...



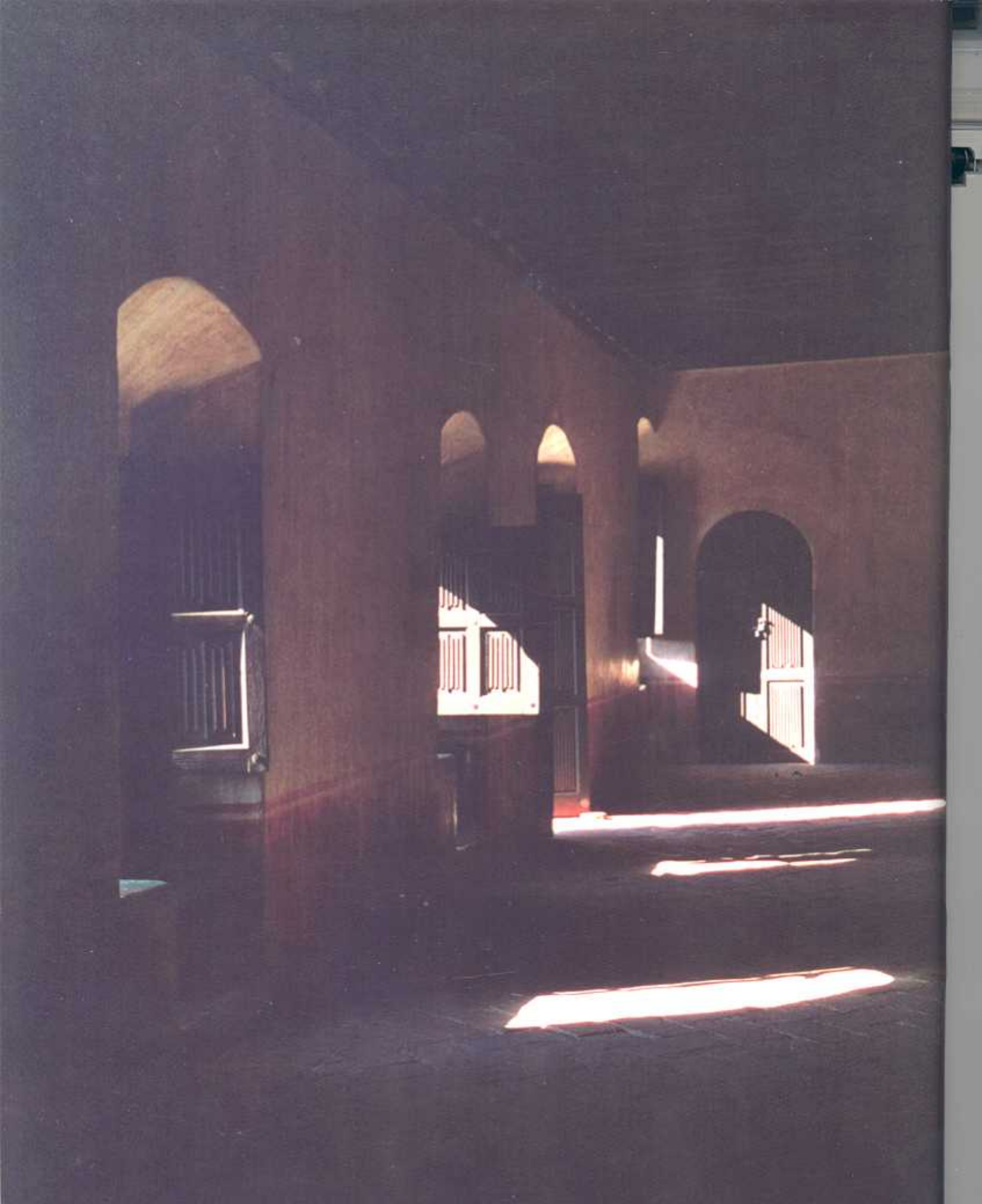
La revista *TECNOCULTURA* es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec TESI, es una publicación cuatrimestral con artículos de divulgación y notas sobre avances científicos, tecnológicos culturales y otras áreas del saber humano. Los artículos o notas que se propongan para ser publicados en *TECNOCULTURA* deben enviarse por triplicado a:

Director Editorial, *TECNOCULTURA*
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Av. Hank González (Av. Central) esq. Av. Valle del Mayo
Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos,
Estado de México C.P. 55210.
tecnocultura@tese.edu.mx

Los artículos y notas recibidos serán evaluados por especialistas seleccionados por el Consejo Editorial. Los artículos de divulgación deben dar cuenta de los logros o avances obtenidos en las especialidades que se cultivan en el TESI o colaboraciones externas. Se buscará que su contenido sea ameno y novedoso. Deberán ser escritos a máquina, a doble espacio, con márgenes amplios y extensión máxima de 10 cuartillas. El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con amplitud conveniente. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión. Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen al principio no mayor de cinco líneas, a manera de introducción, que atraiga el interés del lector. Las referencias bibliográficas aparecerán completas al final del artículo; cuando se mencionen en el artículo deberán indicarse con un superíndice y estar numeradas por orden de aparición.

Deberán enviarse los originales de las figuras, gráficas o fotografías que acompañen el texto. Las figuras y gráficas se deben preparar por computadora a línea sin pantallas o con tinta china sobre papel albanene con buena calidad. Los autores recibirán las pruebas de galera de sus artículos con la debida anticipación. Sin embargo, para evitar retrasos en el proceso de publicación, los autores que usen un procesador de textos en computadora, además del texto impreso en papel, deben enviar su texto grabado en un disco flexible. Los procesadores de texto útiles para este propósito son: Microsoft Word o Word Perfect, guardando el documento con la extensión .doc.





Exconvento de Acolman, Estado de México