

## LOS GRANDES PROBLEMAS DE LA CIUDAD

### EL AGUA POTABLE

Por el Ing. IGNACIO L. DE LA BARRA

Dedico este trabajo a mi respetado amigo el Sr. Don Enrique C. Creel, digno Presidente de esta Benemérita Sociedad.

#### PRIMERA PARTE

Desde remotos tiempos, antes de la conquista, y durante el período colonial se llevaron a cabo obras muy dignas de estudio que demuestran el interés tan grande que ha merecido en todas las épocas de nuestra historia por parte de las autoridades de la Ciudad, el problema de provisión de aguas potables a nuestra hermosa capital.

Según añejas tradiciones, fue el Rey Netzahualcóyotl quien hizo la primera nivelación para conducir agua a la ciudad. Bajo el reinado del monarca azteca Chimalpopoca, entre 1410 y 1422, el caudal de agua brotante de los manantiales de Chapultepec, fue destinado al abastecimiento de la ciudad, lo que dió lugar a sangrientas guerras con los pueblos limítrofes que codiciaban la posesión de esas purísimas aguas.

Al ponerse en contacto las civilizaciones del Antiguo y del Nuevo Mundo, cuando al frente de los conquistadores arribó Hernán Cortés a las islas de Tenochtitlan y de Tlaltelolco, refieren los historiadores de aquella época, que se mostró altamente sorprendido al ver las notables construcciones hidráulicas que habían sido llevadas a cabo por los pobladores de esa región: el famoso dique que dividía los Lagos de Chalco y de Xochimilco, las hermosas albercas de agua cristalina de los palacios de Cuitláhuac y de otros grandes señores, y los jardines flotantes o "chinampas" llamaron poderosamente su atención; pero más aún las obras que daban entrada a las aguas dulces procedentes de los ricos manantiales de Chapultepec, que corrían por dos acequias paralelas, que al decir de

ellos "eran tan anchas como de dos pasos cada una", de las cuales una tenía por objeto solamente sustituir a la otra cuando fuera necesario, para que jamás se interrumpiera la dotación de agua a la ciudad; habiéndole sorprendido también que en determinados sitios preparados el efecto, se llenaban de agua pura multitud de pequeñas canoas que distribuían el líquido recorriendo la red de canales existentes entonces hasta llenar las necesidades de los habitantes de los barrios más apartados de la Ciudad, siendo dignos del mayor encomio tanto la previsión como el enorme trabajo que representaban aquellas obras.

Más tarde, en la misma época de la Conquista, siendo Virrey y Capitán General de la Nueva España don Antonio María de Bucareli, quedó terminada la notable arquería de 3,900 metros de longitud, que constaba de 904 arcos de mampostería, que conducía las aguas de los manantiales desde Chapultepec hasta llegar a la bellísima fuente que aún existe en el Salto del Agua, y que es sin duda alguna un artístico monumento del período colonial.

Siendo insuficiente la cantidad de agua que llegaba a la Ciudad a causa del aumento de población, el Ayuntamiento adquirió en la corta suma de seis mil pesos el Bosque de Santa Fe con sus preciosos manantiales que pertenecían entonces al Cabildo Eclesiástico de Valladolid (Morelia); y bajo el Virreinato del Marqués de Guadalcázar, se terminó la construcción de otra notable arquería, levantada en las calzadas de la Tlaxpana y de San Cosme, continuando por el costado Norte de la Alameda hasta el crucero que forman hoy los espléndidos edificios del Correo y del Teatro Nacional.

Las obras llevadas a cabo con este objeto, fueron verdaderamente colosales, si se atiende a los reducidos elementos de trabajo con que se contaba en aquella época. El agua venía a través de grandes perforaciones hechas en las montañas, pasando por atrevidos puentes contruídos sobre profundas barrancas, hasta llegar a las arquerías de la Ciudad. La longitud total era de 9,700 metros, siendo la diferencia de nivel de 166 metros entre los manantiales y el punto terminal del acueducto.

En 1786 fué necesario aumentar aún más la dotación de agua, utilizándose para ese fin la que brota en los manantiales del Desierto de los Leones que se introdujo a la misma arquería de San Cosme.

Estos notables acueductos, cuyos vestigios han desaparecido casi por completo, que proporcionaron agua a la Ciudad durante más de tres siglos, bien podrían compararse, aunque en menor escala, con los magníficos de Marcia o de Hadriana, en los que los maestros en el Arte, los Romanos, en su época de mayor esplendor, bajo los Antoninos, conducían sus inagotables manantiales a las admirables termas, a las residencias de pobres y de ricos, y a las inmensas cisternas construídas para deleite de la población, proporcionando diariamente más de un millón de metros cúbicos de agua, pudiendo en consecuencia disfrutar cada habitante de la enorme cantidad de mil quinientos litros por día.

\* \* \*

Después de las grandes obras de aprovisionamiento hechas en nuestra Capital y mencionadas antes, se impusieron las reformas que procedían de los grandes progresos realizados por la mecánica, la geología, la hidráulica, y en general el Arte de la Ingeniería, que han puesto en nuestras manos procedimientos cada vez más perfeccionados desde el doble punto de vista de la eficiencia y de la economía.

Ya Inglaterra y Francia habían iniciado una verdadera revolución en esta materia. En las Sociedades Científicas, en la Prensa y hasta en el seno de los Parlamentos se venía haciendo notar la necesidad imprescindible de establecer sobre sólidas bases los principios fundamentales de la más noble de las ciencias modernas, la Ingeniería Sanitaria, que lleva como única aspiración el mejoramiento de la salud pública.

Estimulados los países más civilizados del orbe por el continuo apoyo del pueblo y de las autoridades se emprendieron obras de incalculable utilidad. Sin salir de nuestro continente y de nuestra raza, Buenos Aires, el "París de América", según le llaman generalmente, llevó a cabo, bajo

la dirección del célebre Ingeniero Bateman, las prodigiosas obras de agua y saneamiento en las que empleó más de 70 millones de pesos, logrando transformar aquella gran ciudad, elevando la cifra de la población en proporción enorme pasando de 76,000 habitantes en 1852 a más de millón y medio en la actualidad, salvando por medio de sus eficientes obras millares de vidas al bajar su coeficiente de mortalidad que era en 1895 de 22 por mil hasta llegar al límite de 14 al millar sobrepasando a Londres, Bruselas y Estokolmo que eran consideradas como las ciudades más sanas de la tierra; y logrando atraer por este medio a millones de colonos europeos, que llevan su capital y su energía para establecer allí su hogar. Las esperanzas que alentaron los que contribuyeron a la realización de esos trabajos fueron coronados por el éxito más lisonjero; y las generaciones que disfrutan hoy de esos beneficios conservan gratitud inmensa a quienes afrontaron grandes sacrificios pecuniarios, dedicando cuantiosos millones para llevar a cabo obras de esta naturaleza, que necesitan ser patrocinadas por elementos intelectuales de cultura superior que tengan puesta la vista en el futuro.

En nuestra hermosa capital, que en muchos conceptos no tiene rival en América, se requiere también para llegar a un resultado análogo, destinar considerables sumas que deberían ser cubiertas por varias generaciones, sin sacrificio alguno, pues el progreso resultante del efecto que producen esas obras remunera ampliamente los sacrificios que se imponen.

\* \*

Sería prolijo enumerar en detalle los diversos adelantos que lentamente fueron realizándose en nuestra Capital, al tender por las vías públicas de la ciudad la complicada red de cañerías que fué poco a poco sustituyendo a las hermosas fuentes en que se desbordaba el agua que llegaba a nuestros parques y plazuelas; hasta conseguir después de concienzudos estudios y fuertes erogaciones llevar a cada hogar el precioso líquido, libre de las contaminaciones a que estaba ex-

puesto en los conductos y depósitos descubiertos, haciendo desaparecer paulatinamente aquellos típicos "aguadores" que con su indumentaria muy especial, transportaban en sendos cántaros y "chochocoles" el agua de las fuentes públicas al interior de las moradas de los adinerados, desempeñando oficio propio de bestias de carga.

El aumento incensante de la población y las exigencias del progreso urbano, venían imponiendo con fuerza arrolladora la dotación de mayor cantidad de agua y la implantación de métodos más modernos para su captación y distribución, y de allí surgieron constantes trabajos que no dejaron de llevarse a término, pero que no satisfacían de una manera completa las necesidades cada vez mayores de la población.

Transcurrieron muchos años hasta que las bonancibles condiciones del Erario público, permitieron hacer erogaciones de considerable importancia, y fue entonces cuando el Supremo Gobierno creó la Junta Directiva para la provisión de agua potable de la Ciudad, en la que figuraron en su origen Ingenieros de la talla de don Luis Espinosa, don Leandro Fernández, don Gabriel Mancera y otros no menos distinguidos.

Esta Junta tomó el acuerdo, muy atinado por cierto de comisionar para que formara un proyecto que llenara los requisitos debidos, al sabio Ingeniero don Manuel Marroquín y Rivera, quien con notoria competencia, contando con un grupo de Ingenieros que prestaron a su lado importantes y meritorios servicios, proyectó y dirigió las notables obras que tenían por base la utilización de los manantiales purísimos de nuestro pintoresco Xochimilco.

Más adelante haré un somero análisis de esta obra tan notable por todos conceptos, limitándome en el momento a poner de manifiesto que al terminarse estos trabajos se transformaron radicalmente los servicios del ramo, aumentando de una manera considerable la dotación de agua disponible para los diversos usos de la Ciudad, produciendo al propio tiempo el bien inestimable de hacer desaparecer instantáneamente todos los molestos aparatos de bombeo que en cada residencia, ya fuera a mano o por procedimientos mecá-

nicos o eléctricos, elevaban, lenta y costosamente el líquido hasta las azoteas de nuestras casas.

A pesar del crecido gasto de veinte millones de pesos que hubo que hacer, jamás fue la mente de la Junta realizar una inversión que fuera remunerativa desde un punto de vista financiero. El agua, lo mismo que el aire son indispensables para la vida, y en tal virtud se proyectaron cuotas muy reducidas para el consumo, particularmente para las casas de vecindad pobladas en general por personas pobres. Yo tuve la honra inmerecida de formar parte de esa Junta Directiva, cuando estaba ya próxima la terminación de las obras, y me consta que este fue el criterio dominante entre los miembros de la misma.

Debo hacer notar desde luego que en mi modesta opinión los grandísimos trastornos sufridos recientemente por los habitantes de la Ciudad al carecer de líquido en las últimas semanas, no obedecen a defectos o errores del proyecto. La voz pública ha expresado con tino y elocuencia las causas que han producido los perjuicios que hoy resentimos.

Para remediar un mal de tanta trascendencia en el ramo que influye más poderosamente, no sólo en el bienestar de la población sino en la salubridad general de los habitantes, se hizo sentir la necesidad de proceder con la energía y rapidez que el problema exige, sin regatear fondos y simplificando tramitaciones dilatadas.

Por eso fueron recibidas con agrado las determinaciones dictadas por la más alta autoridad del Distrito Federal al designar a una persona de reconocidas aptitudes y honorabilidad para ponerlo al frente del ramo de Aguas y adoptar medidas radicales encaminadas a poner término a la angustiada situación que ha estado sufriendo la Ciudad; y ya se está haciendo sentir la benéfica influencia de estas medidas, que para dar un resultado permanente exigen la inversión de cuantiosas sumas que permitan llevar a cabo obras de gran importancia que estudiaremos más adelante.

\* \* \*

Nuestra capital, situada a una altura de 2,267 metros so-

bre el nivel del mar presenta una hidrología muy especial. No existiendo en el Valle de México ríos caudalosos o arroyos permanentes, se ha visto obligada a utilizar para cubrir sus más imperiosas necesidades económicas, las aguas que tienen su origen en las cúspides de las montañas inmediatas, los manantiales que brotan merced a su geología tan peculiar y las que proporcionan sus pozos artesianos.

El agua de los deshielos de nuestros majestuosos volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, las que brotan entre las lavas y las rocas de la cordillera del Ajusco, cuya pureza es proverbial, y las que nacen en la Sierra de las Cruces llenan cada una de ellas en su origen todas las condiciones típicas de una excelente agua potable.

Los caracteres de estas aguas, sujetas a la evaporación rápida que se produce a esta considerable altura; el efecto del calor y la luz intertropicales, y su paso a través de rocas volcánicas, son elementos que influyen notoriamente en asignarles caracteres especiales, como lo demuestran los prolijos análisis practicados por nuestro sabio Dr. Río de la Loza, siendo notables por su composición química constante en la que figuran en primer término las sales de cal y de magnesia, y los gases cargados de ácido carbónico; teniendo además la peculiaridad de conservar una temperatura uniforme en todas las estaciones del año.

Existen además en la región Norte del Valle otros manantiales que como el que brota en el Pocito de la Villa de Guadalupe y en terrenos de la Hacienda de Aragón, producen aguas gaseosas carbónicas; y el del Peñón de los Baños que es un modelo de aguas incrustantes de grandes propiedades curativas; siendo todas esas aguas naturalmente impropias para el abastecimiento de la ciudad.

Como era enteramente lógico, los manantiales de Chapultepec, debían de ser los primeros en utilizarse para llenar las necesidades públicas desde la época pre-colonial por la pureza de sus aguas, su proximidad a la capital y su elevación sobre el nivel de la misma. Estos notables manantiales han sido los principales proveedores de nuestra población durante más de quinientos años. Y hoy disminuía ya su producción y

abatido su nivel, aunque no agotados, pues tienen una vitalidad admirable, merecen eterna remembranza de los habitantes de esta Capital, y creo que sería un acto de justicia perpetuar por medio de una placa los servicios inestimables que han prestado a muchas generaciones.

Al aumentar la población hubo que recurrir a otras fuentes y entonces se fueron haciendo llegar sucesivamente a la Ciudad la de Santa Fe, la del Desierto de los Leones, y más tarde la de Río Hondo, que por sus impurezas era causa notoria de insalubridad.

En 1890 era escasa la dotación, pues sólo llegaba a 770 litros por segundo y la capital contaba ya con 360,000 habitantes. Entonces Chapultepec proporcionaba 220 litros, el Desierto y Santa Fe 150, y Río Hondo 400.

Se disponía además de un corto número de pozos artesianos cuya producción no era de tomarse en cuenta. Es de recordarse que antes de la Independencia no existían pozos artesianos. Debido a la laboriosidad y constancia de los Señores Molteni y Pane se perforó el primero en 1846, y en vista del buen éxito obtenido, continuaron las perforaciones habiendo hoy en el Valle de México más de tres mil, entre los cuales hay algunos tan abundantes que suplen por completo las necesidades de algunas de las más prósperas Colonias que rodean a la capital, y estando para terminarse 50 mandados hacer por las autoridades del Distrito para incorporar el caudal que produzcan al sistema general de la ciudad; habiéndose demostrado que existe en el subsuelo de ésta un inmenso depósito de agua que constituye un auxiliar eficaz para aumentar la dotación de las poblaciones del Valle.

\* \* \*

Pero incuestionablemente hay dos grandes fuentes de producción que son las que con su enorme caudal deben constituir las bases más firmes para la solución racional y definitiva del problema. Estos dos grandes proveedores tienen que ser los manantiales de la cuenca de Xochimilco, utilizados parcialmente hasta ahora, y los que alimentan al Río de

Lerma en el Valle de Toluca; sin desconocer que los otros manantiales que brotan en el Valle de México y que se han aprovechado hasta ahora, y algunos más que han estudiado nuestros técnicos en diversas épocas, pueden cooperar de una manera nada despreciable al aumento de la dotación; más aún si se tiene presente el corto gasto que demanda la introducción de esas aguas al sistema actual.

Me ocuparé primeramente de los manantiales de Xochimilco. Estos son el producto de mantos de agua sub-artesiana, alimentados principalmente por las vertientes que bajan subterráneamente del lado Norte del Ajusco.

Los terrenos en esa parte están formados por rocas agrietadas, brechas, tobas y cenizas volcánicas, siendo notable su permeabilidad que permite que se infiltre más del 60% de la precipitación pluvial que allí es extraordinaria y llega a ser hasta de 70 centímetros. Estas aguas que se infiltran descenden a gran profundidad hasta encontrarse detenidas por masas compactas impermeables, lo cual explica claramente la ausencia completa de manantiales en las vertientes de la Sierra del Ajusco, brotando el agua a un nivel prácticamente igual al nivel medio del terreno de nuestra ciudad.

Bajo la cuenca de Xochimilco y esto es muy curioso y poco conocido, existe un extenso lago subterráneo alimentador del Manantial de Natívititas que según las exploraciones practicadas abarca una extensión de ocho millones de metros cuadrados. Este inmenso lago, cubierto por las lavas de los últimos contrafuertes del Ajusco constituye una cuantiosa reserva de líquido, perfectamente protegido contra toda contaminación, garantizando de una manera absoluta la pureza de sus aguas.

Según las medidas practicadas por la comisión presidida por el señor Ing. Marroquín y Rivera en 1904, el gasto total de agua en esa rica zona es de 3,120 litros por segundo. Al formarse el proyecto quedó plenamente demostrado que la utilización de esas aguas no implicaba tan fuerte gasto como la que demandaría la introducción de las de Lerma, y fue la que por diversos conceptos recomendó el mencionado Ingeniero,

El proyecto fue aprobado y llevado a la práctica por la

Junta Directiva, habiéndose comenzado las obras preparatorias en Octubre de 1903. El 18 de Julio de 1905, se dió principio a la construcción del acueducto, parte principal de la obra, el que quedó terminado tres años después, en 1908, en cuya fecha se comenzó a dar agua a la ciudad procedente de los manantiales de la Noria.

Este acueducto que tiene 24 kilómetros de longitud cuya construcción tuvo un costo de cuatro millones de pesos es de sección parabólica, formada por dos arcos: el superior calculado para soportar el peso de las tierras, y el inferior más extendido para transmitir al terreno la presión resultante del peso del tubo y del agua que pasa por él. Se escogió para la construcción el cemento armado, sistema que principiaba entonces a emplearse debido a los serios estudios realizados en Francia por su iniciador que fué el Ingeniero Considère; así es que este acueducto señaló una verdadera novedad en el arte de construir.

Se construyó también una galería central que tuvo un costo de dos millones de pesos y una red completa de distribución en las vías públicas de la ciudad con una inversión de siete millones.

Las estaciones de bombeo y los grandes depósitos del Molino del Rey exigieron un gasto de importancia, habiéndose invertido en todas las obras la suma de cerca de veinte millones. En Abril de 1912, empezó a funcionar la planta de la Condesa, surtiendo ampliamente a las catorce mil casas que existían en la Ciudad, con una presión de 40 metros sobre el nivel de las calles; y por último, fueron recibidas por la Dirección General de Obras Públicas en perfecto funcionamiento el 1º de Julio de 1913.

El consumo actual de agua durante un mes, la que procede toda de los manantiales de Xochimilco, es de 6,200,000 metros cúbicos distribuidas por las tuberías que existen en 3,178 calles que provéen de líquido a 24,000 casas, aumentando en promedio 100 tomas nuevas cada mes.

Sin entrar en mayores detalles, es oportuno recordar que estas importantes obras que hacen honor a México, han sido altamente elogiadas por los más competentes hombres de ciencia

del país y por eminencias extranjeras como el General G. W. Goethals, notable constructor de las obras del Canal de Panamá; W. Smith, Director de las colosales obras de provisión de aguas de la ciudad de Nueva York y por otras autoridades en la materia, de reputación mundial.

\* \* \*

Paso ahora a ocuparme someramente de la otra gran fuente de aprovisionamiento: de los manantiales del Río Lerma, limitándome a condensar en pocas palabras el método que podría conducirnos a su inmediato aprovechamiento.

El nivel a que se encuentran situados los manantiales del Río de Lerma es de 400 metros sobre el de la Capital; pero entre ese punto y el Valle de México se interpone la parte alta de la Sierra de las Cruces, siendo la solución técnica del problema o abrir un túnel de más de 25 kilómetros de longitud que atravesase la Sierra o instalar bombas que eleven el agua a 400 metros hasta la cresta que divide los Valles de México y de Toluca, siendo el punto más favorable "La Cima" que se encuentra a 828 metros sobre el nivel de la Ciudad.

El bombeo de las aguas exigiría una fuerza como de 13,000 caballos de vapor para elevar 2,000 litros de agua por segundo a 400 metros de altura.

Para resolver la cuestión de la manera más económica y práctica posible habría que instalar una importante planta hidro-eléctrica aprovechando la energía de una caída de agua inmediata que puede producir teóricamente 20,000 caballos. Estimando en 65 por ciento el coeficiente práctico de aprovechamiento efectivo en una transmisión como de 100 kilómetros, se obtendrían los 13,000 caballos de vapor que se consideraran necesarios. Tendría además que construirse un acueducto de más de 60 kilómetros para traer el agua por gravedad desde La Cima hasta nuestra Capital.

\* \* \*

Señores: el tema de esta conferencia es tan amplio, pre-

senta tal interés para los que habitamos en la ciudad, que merece el estudio y la opinión de todos los que se preocupan por el bien comunal. Yo no quiero abusar ahora más de vuestra benevolencia y me reservo para continuar en una sesión próxima el estudio que acabo de someter a vuestro ilustrado criterio.

Está fuera de duda que la ciudad necesita, exige, agua en mayor abundancia, puesto que el número de sus habitantes aumenta cada día y la superficie poblada se extiende sin cesar, y también es un hecho que el soberbio proyecto formado en 1903, no llena las necesidades actuales y las de un futuro próximo. Es necesario educar al pueblo, dando facilidades para el establecimiento del mayor número posible de locales destinados a baños a precios reducidos, poniendo el agua pura sin restricciones a su alcance, lo que contribuirá también a mejorar sus condiciones morales, retirándole de las tabernas, y creando en él de una manera natural e insensible, el hábito del completo aseo personal que aleja los gérmenes que perjudican en grado tan alto a la salubridad pública y que elevan ahora en proporción enorme nuestro coeficiente de mortalidad,

Al abordar las autoridades del Distrito Federal de frente, con entereza, este serio problema y resolverlo, como no dudo en forma favorable, simultáneamente con el no menos importante del drenaje y saneamiento, logrando unir íntimamente las energías del capital que impulsa y las del trabajo perseverante que todo lo fecunda, transforma y engrandece; quedará colocada nuestra hermosa ciudad a la altura de las capitales de mayor prosperidad higiénica en el mundo.

México, Agosto 27 de 1929.