



La Cuenca del Valle de México

GUÍA PARA EL MAESTRO

Introducción

Esta GUÍA PARA EL MAESTRO fue diseñada como herramienta complementaria para los docentes de primaria de la Ciudad de México. Su objetivo es apoyarlos en el reforzamiento de conocimientos y el fomento de actitudes de los estudiantes en temas relacionados con el agua, a partir del uso del libro de Realidad Aumentada (RA) titulado La Cuenca del Valle de México. Tanto la GUÍA PARA EL MAESTRO como el libro de RA tienen como finalidad promover la participación activa de la comunidad escolar (directivos, docentes y estudiantes) y la sociedad en su conjunto (padres de familia y Ciudadanos) en el cuidado responsable, colectivo y consciente del vital líquido.

Modo de empleo

La GUÍA PARA EL MAESTRO y el libro de RA son textos complementarios. Es importante mantener presente esta estrecha vinculación, en la que el eje temático de ambos es la Cuenca del Valle de México. El libro, dirigido específicamente a los estudiantes, utiliza el formato de realidad virtual para hacer el aprendizaje más visual y lúdico. La GUÍA PARA EL MAESTRO, por su parte, es un recurso que profundiza y aporta información más amplia sobre las imágenes (escenarios) que aparecen en el libro de RA; incluye algunas sugerencias de actividades formativas y preguntas detonadoras al final de cada tema, creadas para generar la participación, la reflexión y el aprendizaje activo de los estudiantes, fomentando con ello la creatividad y la innovación.

Qué es la Realidad Aumentada (RA)

La Realidad Aumentada es un recurso de las nuevas tecnologías que permite llevar a cabo una experiencia activa de aprendizaje, utilizando una metodología que combina elementos del entorno real (como las ilustraciones de un libro) con objetos virtuales creados en tres dimensiones (3D o tridimensionales), y la ingeniería de software basada en marcadores. En diversas investigaciones se ha concluido que esta tecnología acerca al estudiante a una comprensión visual más realista de la problemática presentada, en comparación a la forma tradicional bidimensional, en la que existen muchos aspectos que no se pueden visualizar fácilmente. Otro aspecto relevante del uso de realidad aumentada en la educación es la aportación a los estudiantes de un entorno de conocimiento interactivo que resulta muy entretenido y permite aumentar la motivación, potenciando el ritmo de aprendizaje. La realidad aumentada no elimina los elementos educativos tradicionales, sino que permite completarlos.

Como en toda situación educativa, es importante llevar a cabo un seguimiento y evaluación de los estudiantes en relación con los objetivos de aprendizaje marcados, a fin de determinar en el futuro si surge una diferencia significativa en los procesos de análisis, reflexión y resolución creativa de experiencias entre estudiantes con acceso a la realidad aumentada, en comparación con aquellos que no la utilizan.



Relación entre la GUÍA PARA EL MAESTRO y el libro de RA

En el Cuadro 1 se enlistan los temas que incluyen los dos textos: en la columna izquierda los que corresponden a la GUÍA PARA EL MAESTRO, y en la columna derecha los del libro de RA. La guía incluye los temas que corresponden a los contenidos del libro de RA, pero además considera otros temas que son complementarios y que contribuirán a ampliar las oportunidades de aprendizaje y las habilidades de pensamiento de los estudiantes, fomentando el conocimiento y la motivación tanto individual como grupal. La guía incorpora también las referencias bibliográficas empleadas en cada tema, a fin de que el docente pueda profundizar en su estudio, además de un glosario de los términos más importantes.

LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO	
Guía didáctica	Libro RA
Introducción	Las cuenca
El agua en el mundo	La Cuenca del Valle de México
El agua en México	El agua en la Ciudad de México
Las cuencas	El ciclo del agua en la Ciudad de México
La Cuenca del Valle de México	Ciclo urbano del agua
El agua en la Ciudad de México	Retos y soluciones
El ciclo del agua en la Ciudad de México	
Retos y soluciones	
Referencias	
Glosario	

Cuadro 1. La Cuenca del Valle de México.

Relación entre el libro de RA y los programas de estudio de la SEP

Con respecto a la vinculación entre el libro de RA y los contenidos curriculares de la educación primaria, en el Cuadro 2 se indican las asignaturas en las que el docente puede establecer el vínculo correspondiente:

Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto	Sexto
Conocimiento del medio		Ciencias naturales			
			Geografía		
			Historia		
			Atlas de México	Atlas de geografía del mundo	
			Conoce nuestra Constitución		
Formación Cívica y Ética					

Cuadro 2. Libros de texto gratuito de primaria por grado académico

Vinculación de contenidos académicos

Una vez que el docente seleccione la asignatura, grado y nivel educativo, deberá ubicar el tema para relacionar los contenidos. Por ejemplo, en el tema Estabilidad del Ecosistema, del libro de Ciencias Naturales de cuarto grado de primaria, se establece el acuerdo Cuadro 3 vínculo con el escenario de Las Cuencas.

El libro de RA también se puede emplear de forma independiente al currículum aprovechando el contexto de alguna fecha conmemorativa, por ejemplo, en los siguientes días: mundial del agua (22 de marzo), medio ambiente (5 de junio), lucha contra la desertificación y la sequía (17 de junio), interamericano del agua (primer sábado de octubre), internacional para la restauración de los desastres (13 de octubre), mundial de lavado de manos (15 de octubre), entre otros.

Primero	Segundo	Tercero
Ciencias 1: Biología	Ciencias 2: Física	Ciencias 3: Química
	Historia	
	Formación Cívica y Ética	
	Geografía de México y el Mundo	

Cuadro 3. Asignaturas, grados y nivel.



MAESTRO SELECCIONA LA ASIGNATURA, GRADO Y NIVEL EDUCATIVO.

El agua en el mundo

En este apartado se abordará la distribución del agua en nuestro planeta, resaltando el hecho de que menos del uno por ciento del vital líquido puede ser empleado para el consumo humano.

De todos los recursos naturales, el hídrico es el más importante para todos los seres vivos que habitamos el planeta (especie humana, animales y plantas). La gran paradoja en nuestro “planeta azul” es el hecho de que, si bien el 70% de su superficie está conformada por el recurso hídrico, del total de este recurso, 97.5% es salada y solamente el 2.5% es dulce (70% en glaciares, nieve o hielo, 30% en aguas subterráneas y menos del 1% en lagos y ríos).

Del total de agua en el mundo, alrededor del 1% es más asequible para el consumo de los seres humanos, y para lograr que su captación, distribución y saneamiento en cuanto a cantidad y calidad sea la adecuada, se tienen que enfrentar grandes retos.

Cifras de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) reflejan el severo problema que representa la escasez de agua a nivel mundial, además de los retos del suministro para consumo humano (2.1 billones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura) y para el saneamiento de las aguas residuales (4.5 billones de personas carecen de servicios de saneamiento gestionados eficazmente).

ACTIVIDADES SUGERIDAS:

1. El docente dibujará el contorno de una botella de agua. Del lado izquierdo marcará el equivalente al 97.5% (agua salada) y al 2.5% (agua dulce) restante.
2. Posteriormente, explicará a los estudiantes que del 2.5% de agua dulce, menos del 1% es apta para consumo humano.
3. A partir de esta información, se reflexionará con los alumnos respecto a la poca cantidad de agua que tenemos para todos los habitantes.

El agua en México

Por sus características geográficas, alrededor del 50% de la superficie del país está constituida por terrenos montañosos y semiáridos, y la otra mitad por una topografía más o menos plana. Es en estas áreas donde se encuentran asentados los grandes núcleos poblacionales y se llevan a cabo la mayor parte de las actividades económicas. Para el desarrollo de dichas actividades, los recursos hídricos son de vital importancia; en la zona norte y en el altiplano (52% del territorio) la precipitación media anual de agua es inferior a los 500 mm, y en una porción del sureste (7% del territorio) la precipitación alcanza 2,000 mm anuales (Reyes y Quintero, 2009).

La Comisión Nacional del Agua reporta los siguientes datos relacionados con el recurso hídrico en el país:

- 72.1% del total de agua por precipitación se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 21.4% escurre por los ríos o arroyos, y el 6.4% se infiltra al subsuelo de forma natural para recargar los acuíferos.
- 653 acuíferos, de los cuales 106 están sobreexplotados en función de la relación extracción/recarga.
- 51 ríos principales, por cuyos cauces fluye el 87% del escurrimiento superficial.
- 5,000 presas, de las cuales 180 representan el 80% del almacenamiento de agua en el país.
- 874 plantas potabilizadoras, utilizadas para mejorar la calidad del agua de las fuentes superficiales y subterráneas, así como adecuarlas al uso público urbano.
- 2,477 plantas de tratamiento de aguas residuales, para preservar la calidad del recurso.
- 757 cuencas hidrológicas, agrupadas en 37 regiones hidrológicas y 13 regiones hidrológico-administrativas para fines administrativos.

- 86 distritos de riego, que incluyen diversas obras para irrigación agrícola, así como vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos, canales y caminos.
- 6,331 humedales, los cuales constituyen áreas de inundación temporal o permanente con vegetación hidrófila o suelos permanentemente húmedos por la descarga de acuíferos.
- 95.3% de cobertura de acceso al agua entubada (97.8% urbana y 87.0% rural).
- 92.8% de cobertura de servicios de alcantarillado y saneamiento básico (97.4% urbana y 77.5% rural).

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. El docente solicitará a los estudiantes que lleven a clase un mapa tamaño carta de la división política de la República Mexicana, y con la ayuda de éste dibujarán las principales fuentes de agua superficial (p. ej. ríos y lagos) y agua subterránea (acuíferos) que tiene el país.
2. Se explicará a los estudiantes que no en todo el país se cuenta con la misma cantidad de agua (más en el norte y menos en el sur) y que se requiere mucha infraestructura, equipo y recursos económicos para que el vital líquido llegue a nuestras casas.
3. Al final se sugiere, reflexionar sobre las acciones que podemos hacer en casa para su cuidado.

Las cuencas

Usualmente reconocemos al país a través de fronteras establecidas con criterios administrativos (estados y municipios), o a través de unidades ambientales que expresan algunas características del paisaje (unidades fisiográficas o regiones ecológicas). Pocas veces vemos a México a través de los elementos naturales que lo unen; uno de ellos son los ríos que fluyen desde las montañas y mesetas, entrelazan valles con costas, transportan nutrientes y compuestos orgánicos para alimentar planicies y deltas (Cotler, 2010).

Esta última perspectiva se refiere a las cuencas entendidas como unidades naturales del terreno y definidas por la existencia de una división de las aguas superficiales debido a la conformación del relieve (Conagua, 2018-A). Éstas representan la superficie terrestre donde las gotas de lluvia que caen sobre ella se mueven hacia las partes más bajas del terreno y al juntarse con las aguas que escurren forman un sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida, de esa manera parte del agua comienza a infiltrarse al interior del suelo para almacenarse en los acuíferos (Conagua, 2010).

Tipos de cuencas

La cuenca es hidrográfica si se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, y se le llama cuenca hidrológica sí además considera las aguas subterráneas (acuíferos). Por lo general, en la cuenca se distinguen tres partes: alta (cercana al parteaguas), media (zona de tránsito) y baja (deposición y desembocadura), de tal forma que la parte alta afecta de manera determinante a la parte baja (Ordoñez, 2011).

Asimismo, la cuenca se puede clasificar en: exorreica, que drena sus aguas al mar o al océano; endorreica, que desemboca en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar; y arreica, cuyas aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encausarse en una red de drenaje. Sánchez (2003) especifica que la cuenca (mayor a 50 mil hectáreas) se integra por subcuencas (entre 5 mil y 50 mil hectáreas) y estas por microcuencas (entre 3 mil y 5 mil hectáreas). Cabe señalar que esta clasificación no necesariamente coincide con la división política de las entidades federativas, municipios y localidades de México.

Ecosistemas y servicios ambientales

En una cuenca interactúan una serie de ecosistemas, es decir, un conjunto de especies tales como bacterias, hongos, plantas, ani-

males y humanos que se relacionan entre ellas y con su ambiente en un área relativamente determinada, generando, entre otros fenómenos naturales, los servicios ambientales vinculados al agua al incidir los suelos y la cobertura vegetal en la captación del recurso hídrico, además determinan la acumulación de flujo superficial y la recarga de los acuíferos. Sin embargo, al ser sistemas abiertos, la mayoría de las veces los ecosistemas no tienen límites bien definidos; esto significa que la materia y energía entra y sale libremente, conectando unos ecosistemas con otros (Maass y Cotler, 2008). Independientemente del lugar donde vivamos, siempre estaremos dentro de una cuenca, por lo cual todo lo que hagamos en su beneficio o perjuicio nos afectará e indiscutiblemente a otros seres vivos.

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. En primera instancia se efectuará una previa lectura del documento: Educación sobre Cuencas Hidrográficas mediante la Exploración ([https:// greenteacher.com/wp-content/uploads/ educacionsobre-cuencashidrograficas](https://greenteacher.com/wp-content/uploads/educacionsobre-cuencashidrograficas)).
2. Posteriormente, contando con el material necesario para llevar a cabo la actividad formativa, el docente organizará al grupo y dará las indicaciones para que "construyan su propia cuenca".
1. Para concluir el ejercicio, el docente puede seleccionar algunas preguntas que sugiere el documento y formularlas al grupo con el afán de generar la reflexión.

La Cuenca del Valle de México

De acuerdo al Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM) de la Conagua, la Región Hidrológico-Administrativa XIII Aguas del Valle de México tiene una superficie total de 18,229 km² y está conformada por 105 municipios de tres entidades federativas (México, Hidalgo y Tlaxcala), además de las 16 alcaldías de la Ciudad de México. Esta región es la más poblada de las 13 existentes en el país y la de menor extensión territorial, por lo tanto, es la que

tiene mayor densidad de población. Para fines de planeación, la región se divide en dos subregiones: Valle de México y Tula. La subregión Valle de México está conformada por las 16 alcaldías de la Ciudad de México y 69 municipios: 50 del Estado de México, 15 de Hidalgo y 4 de Tlaxcala. La subregión Tula incluye 36 municipios: 12 del Estado de México y 24 de Hidalgo.

La región XIII tiene registradas 4,077 localidades, de las cuales el 90% son asentamientos rurales con poblaciones igual o menores a los 2,500 habitantes. Las localidades mayores a 50,000 habitantes representan sólo el 0.12% del total. De acuerdo con el censo poblacional del 2010, esta región tenía una cobertura de agua potable de 96.7%, y de alcantarillado de 97.8%. En las poblaciones de tipo rural es donde se presentan los rezagos más fuertes en cuanto a la prestación de los servicios, sobre todo por la asistencia de alcantarillado (OCAVM, 2013).

Características de la cuenca

De acuerdo a sus rasgos geomorfológicos (formas de la superficie terrestre), la Cuenca del Valle de México (CVM) es endorreica (cerrada) y se localiza en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano, con una extensión aproximada de 16,424 km². En la zona plana se ubica la mayor parte de la mancha urbana y en los últimos años se ha venido urbanizando la zona de lomerío y montaña, lo que reduce las áreas de recarga del acuífero e incrementa los riesgos por inundación, además de incrementar los costos de abastecimiento.

LA CVM ESTÁ CONFORMADA POR:

- Sierras: Monte Alto, Las Cruces, Ajusco, Chichinautzin, Nevada, Río Frío, Calpulalpan, Tepozán, Pachuca, Tezontlalpan, Tepotzotlán y Monte Bajo.
- Valles: México, Apan y Tizayuca.

- Lagos (Subcuencas): Xaltocan, Texcoco, Xochimilco, Chalco y Zumpango.
- Acuíferos: Zona Metropolitana de la Ciudad de México, El Astillero, Chapantongo-Alfajayucan, Valle del Mezquital, Ajacub, Ixmiquilpan (2), Actopan-Santiago de Anaya, Tepeji del Río, Tecocomulco-Apan, Chalco-Amecameca, Texcoco, Cuautitlán-Pachuca y Soltepec.
- Agricultura: 7 distritos de riego y 350 unidades de riego para el desarrollo (49% de la superficie regada es de régimen ejidal).
- Infraestructura hidráulica: presas, bordos, abrevaderos (121), superficies de riego (102,000 ha.), plantas potabilizadoras (62), plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (120), plantas de tratamiento de aguas residuales industriales (379).

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Se efectuará una previa lectura del apartado: Acitrón de una Cuenca (pp. 161-165) que forma parte del texto "Descubre una Cuenca: El Lago de Pátzcuaro". (<https://www.imta.gob.mx/productos/publicaciones/descubreuna-cuenca-el-lago-de-patzcuaro-detail>)
2. Contando con el material necesario para llevar a cabo la actividad formativa, el docente organizará al grupo para que simulen con el cuerpo el movimiento del agua en su cuenca.
3. En plenaria se puede concluir la actividad preguntando a los estudiantes: ¿Qué se siente ser parte de la cuenca?

Ciudad de México

Como se señaló en el apartado anterior, las subregiones Valle de México y Tula forman parte de la región XIII Cuenca del Valle de México ubicada en una de las zonas con menor disponibilidad de agua del planeta, por lo que está sometida a una situación de estrés hídrico extremo, razón por la cual la atención de los servicios hídricos ha sido uno de los grandes retos que la Ciudad de México ha venido enfrentando a lo largo de su historia. Por sus características

geográficas y demográficas de la Ciudad, las dificultades para brindar dichos servicios son extraordinarias; ninguna otra mega urbe del mundo se encuentra a 2,200 metros sobre el nivel del mar, ni en una cuenca cerrada sin salidas naturales para sus drenajes, como es el caso de la Ciudad de México y su zona conurbada. Esta compleja situación implica un gran reto para el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), el cual debe enfrentar enormes desafíos técnicos, económicos, políticos y sociales.

El SACMEX cuenta con una amplia infraestructura y una sólida capacidad técnica, que se complementa con miles de accesorios, instalaciones y docenas de miles de kilómetros de tuberías para la prestación de servicios. Sin duda se trata de una red de agua potable de dimensiones excepcionales y del sistema de drenaje más complejo del mundo.

Para tener una mayor idea del ciclo urbano del agua en la Ciudad de México y de la complejidad que representa dotar a sus habitantes de servicios de agua potable y drenaje, a continuación, se presenta información relevante difundida por el SACMEX (2018):

La captación de agua para la Ciudad es altamente dependiente de las extracciones del acuífero del Valle de México, el cual representa el 58% del total de dotación, así como de la importación del líquido mediante trasvases provenientes de los sistemas Cutzama-la y Lerma, que en conjunto representan el 42% restante. Cabe resaltar que la sobreexplotación del acuífero amenaza a largo plazo su sustentabilidad, situación que se refleja en el continuo abatimiento del nivel freático y en el deterioro de la calidad del recurso en algunas zonas de la Ciudad; además, representa un problema a escala metropolitana por las extracciones en los municipios conurbanos y de aquellos para uso agrícola. El mecanismo de recarga se da principalmente por la precipitación en las zonas elevadas de las sierras, la cual se infiltra hacia las capas permeables y corren en un flujo subterráneo hacia las zonas bajas, donde se efectúa la descarga natural en manantiales o mediante la extracción de pozos. Asimismo, es importante hacer notar que la Ciudad es vulnerable al efecto de la sequía, principalmente en cuanto al suministro de

agua proveniente del Sistema Cutzamala ya que en muchas zonas se mezcla con los pozos y alcanza a tener influencia en aproximadamente el 45% de la mancha urbana, lo que significa una gran dependencia del abasto de esa fuente.

El SACMEX estima que el 12% del agua que se extrae para suministrar a la Ciudad presenta deficiencias en sus características físico-químicas; para su acondicionamiento se cuenta con 58 plantas potabilizadoras, diseñadas en función de la calidad en la zona de influencia. Los procesos de potabilización varían, desde la desinfección aplicada a todo el líquido suministrado, con el fin de garantizar su excelencia bacteriológica, hasta procesos complejos en las plantas antes de su distribución. El tratamiento en las plantas potabilizadoras depende del contenido y tipo de sólidos disueltos.

La distribución de agua potable representa una dotación promedio de 303 l/hab/día, para una población de 8.9 millones de habitantes y un sector flotante de aproximadamente 4.2 millones de personas. La demanda principal es el consumo doméstico (87%), usos mixtos (6%) y usos no domésticos (7%). Se estima que el 26% de los habitantes de la Ciudad no recibe la cantidad suficiente del líquido y el 15% no cuenta con servicio diario. El suministro que se proporciona mediante tandeos o en forma deficiente se presenta en 10 alcaldías, situación que afecta a 358 colonias, ubicadas principalmente en Tlalpan, Iztapalapa y Magdalena Contreras. Considerando las pérdidas, las cantidades verdaderamente destinadas para consumo doméstico, comercial e industrial son en promedio de 180 l/hab/día. Esta situación se refleja en el sistema de distribución con bajas presiones en las alcaldías de Cuauhtémoc, Benito Juárez, Venustiano Carranza e Iztacalco, y repercute principalmente en la falta del recurso en Iztapalapa y Tlalpan.

Respecto al drenaje, el SACMEX cuenta con un sistema formado por más de 11,644 km de redes secundarias y más de 2,446 km de redes primarias, las cuales descargan las aguas residuales al Sistema General del Desagüe, integrado por 99 plantas de bombeo y 102 plantas de bombeo en pasos a desnivel, 17 presas de almacenamiento, 11 lagunas de regulación, 123.9 km de cauces a cielo

abierto y 49.3 km de cauces entubados. Es importante resaltar que, durante la época de lluvias, el sistema de desagüe tiene que manejar los volúmenes extraordinarios de la precipitación de toda la zona metropolitana, es decir, los escurrimientos que se generan tanto en la Ciudad de México como en los municipios de Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec, Nezahualcóyotl y Chalco. Cuando en el Valle de México es generalizada, se ve comprometido el desalojo a través del Sistema de Drenaje Profundo, el Emisor Poniente, el Gran Canal del Desagüe y el Dren General del Valle. La cobertura de drenaje representa el 94.2%.

Ciclo del agua

En términos generales, el ciclo natural del agua que se produce en las cuencas consta de cinco fases:

- **Evaporación:** el agua de los océanos, ríos, lagos, riachuelos y demás depósitos sobre la tierra se convierte en vapor y regresa a la atmósfera.
- **Transpiración:** es un proceso realizado por las plantas, las cuales eliminan vapor de agua que se eleva a la atmósfera.
- **Condensación:** el vapor de agua se enfría, se eleva y se forman las nubes.
- **Precipitación:** el agua cae de nuevo al suelo en forma líquida o sólida (lluvia, granizo o nieve).
- **Filtración:** el agua penetra en el subsuelo, formando pozos de agua o rellenando los mantos acuíferos.

Saneamiento (PTAR)

En materia de tratamiento de aguas residuales a escala metropolitana, la Ciudad de México comparte la infraestructura con los municipios de la zona conurbada; un caso específico es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Atotonilco, que tiene como propósito tratar el líquido metropolitano descargado por el Drenaje Profundo, y en corto tiempo por el Túnel Emisor Oriente.

El tratamiento y reúso que se realiza en la Ciudad es una opción técnica y económica que tiene por objetivo disminuir volúmenes de utilización de agua potable en los usos que no requieren la calidad para consumo humano, así como el saneamiento de algunas zonas aisladas.

La infraestructura para el reúso de agua está integrada por 20 plantas de tratamiento: Acueducto de Guadalupe, Bosques de las Lomas, San Juan de Aragón, Cerro de la Estrella, Chapultepec, Ciudad Deportiva, Coyoacán, El Rosario, Iztacalco, Pemex-Picacho, San Juan de Aragón, Santa Fe, Santa Martha Acatitla, Tlatelolco, El Llano, La Lupita, San Andrés Mixquic, San Lorenzo, San Luis Tlaxiátemalco, San Nicolás Tetelco y San Pedro Atocpan. En cada una de ellas se dan variaciones significativas en el caudal de producción; el máximo nivel se genera durante la temporada de estiaje, y el mínimo en la época de lluvias.

Por lo que corresponde a la fase de retorno al medio, el SACMEX cuenta con una planta de tratamiento en el Cerro de la Estrella usada para la infiltración al acuífero de aguas residuales tratadas. Asimismo, se cuenta con un programa de infiltración pluvial con 101 pozos de absorción en el sur de la Ciudad. En cuanto a la demanda por el recurso con estas características, existen tres categorías:

- Valor ambiental: representa el 38% del total de agua tratada disponible y se considera de uso prioritario para la conservación de 950 hectáreas de bosques urbanos y lagos recreativos como los de Chapultepec y San Juan de Aragón, así como para la preservación de 400 km de canales de la zona chinampera, lagos y humedales en las zonas lacustres.
- Riego agrícola: emplea el 48% de la disponibilidad de agua residual tratada, esta demanda se concentra en las 2,215 hectáreas que ocupan las unidades de riego, dentro de los ejidos de Tláhuac y Xochimilco.
- Usuarios no domésticos: significan el 14% restante de la disponibilidad y se distribuyen en la industria, así como en el lavado de autos, espacios públicos, camellones, parques y jardines.

El ciclo urbano del agua

A la intervención del ser humano durante el ciclo del agua, con el objeto de usar el vital líquido de diferentes maneras (para dotar de agua potable a los habitantes de la Ciudad de México, por ejemplo) se le conoce como ciclo urbano del agua; este se compone de diferentes fases:

- **Disponibilidad y captación de agua:** fase que abastece a la población del líquido vital, proveniente de fuentes superficiales y subterráneas.
- **Potabilización:** el agua extraída inicia un proceso para cumplir con la calidad necesaria para el consumo humano.
- **Almacenamiento:** el agua potabilizada tiene que llegar al sistema de distribución en las condiciones adecuadas de calidad y cantidad.
- **Distribución:** el agua es distribuida a través de las redes a las Ciudades para llegar a hogares, industria y comercios, entre otros.
- **Alcantarillado:** el agua utilizada (residual) se envía a través de la red para ser conducida a las plantas de tratamiento.
- **Tratamiento:** proceso en el que se eliminan contaminantes orgánicos del agua residual.
- **Reúso:** para riego de parques y jardines, limpiar calles y extinguir incendios, entre otros.
- **Retorno al medio:** establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas residuales ejecutadas en cuerpos de aguas nacionales.

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Se dará una breve explicación de las fases del ciclo del agua y, con el objeto de reforzar el conocimiento adquirido, el docente entregará a cada estudiante un dibujo alusivo al tema (<https://webdelmaestro.com/ciclo-del-aguaprimaria/>), para que lo coloreen y anoten el nombre que corresponda a cada fase.

2. En plenaria se verificará si todos los estudiantes escribieron correctamente las fases del ciclo del agua. En caso contrario, tendrán que hacer las respectivas correcciones.

Retos y soluciones

Como ya fue señalado anteriormente, la Ciudad de México experimenta una severa sobreexplotación de los acuíferos, aunado al hundimiento gradual en sus suelos. Un estudio del Banco Mundial (2013) señala que el hundimiento provoca que las redes de agua potable y drenaje sufran fallas frecuentes; las primeras se fracturan mientras que las segundas pierden su pendiente. En el primer caso, 25% del agua potable se desperdicia en pérdidas físicas. Para evitar las inundaciones ocasionadas por la falta de pendiente, por lo que ha sido necesario construir y operar el Drenaje Profundo, así como costosos sistemas de bombeo.

En el mismo estudio se señala que la sobreexplotación de los acuíferos se debe principalmente a las prácticas ineficientes e insostenibles de aprovechamiento del agua urbana. El 32% del abastecimiento urbano proviene principalmente por sobreexplotación de los acuíferos, y cerca de 33% del recurso hídrico no se usa eficientemente. Además, los costos de provisión del servicio son apenas cubiertos en un 51% por la tarifa, amenazando así la sostenibilidad de los mismos.

De seguir las tendencias actuales, en la Ciudad de México no se habrán reunido las condiciones políticas, económicas y sociales que generen los incentivos adecuados para concientizar al público de que el agua es un recurso finito. Además de sensibilizarlos sobre los precios requeridos para recuperar los costos de la prestación del servicio. Este escenario el usuario final considera que la cobertura de micromedición se mantiene baja, al igual que las tarifas, por lo que no hay incentivo para el usuario final reducir el consumo. En la actualidad se sigue presentando la intermitencia del servicio, la deficiente gestión de la infraestructura y la precaria sostenibilidad financiera de los organismos operadores, la cual depende en gran parte de los subsidios. Los principales supues-

tos de proyección en el escenario tendencial se mantienen igual a la situación actual: el nivel de consumo de la población que cuenta con servicio, las fuentes de agua actuales (sostenibles y no sostenibles), la continuidad de servicio y los niveles de pérdidas físicas y comerciales.

A estos retos se suman las fugas, inundaciones, desabasto de agua, estiaje, pago del servicio, entre otros. Las fugas representan un problema en seguridad hídrica, algunas son visibles, pero las que no se ven figuran como el principal conflicto. Las inundaciones se deben en parte a los patrones de lluvia, por lo que es imprescindible contar con infraestructura que opere bajo ciertos criterios de eficiencia. El desabasto de agua representa el desafío más grande, bajo ciertos criterios se agrava durante la época de estiaje (febrero a mayo) y donde se reducen los caudales (principalmente del Río Lerma). El pago del servicio no sólo es una medida que ayuda a la operación y mantenimiento del sistema, sino también promueve el cuidado del vital líquido.

Retos del SACMEX

Al igual que las autoridades competentes en la materia, los Ciudadanos también debemos contribuir al cuidado del agua, promoviendo entre los estudiantes y padres de familia diversas acciones que se pueden llevar a cabo en casa, como las que propone la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA).

EN CASA:

- Revisa periódicamente las llaves del agua y las tuberías, para evitar fugas.
- Si encuentras manchas de humedad en paredes y techos, son señales de fugas; repáralas e identifica la causa.
- Limpia pisos, paredes y vidrios con dos cubetas de agua, una para limpiar y otra para enjuagar.
- Mantén limpios patios, azotea y registros de drenaje, para que el agua de lluvia corra libremente.

- Instala dispositivos ahorradores: regaderas, llaves, mezcladoras, herrajes de escusados, entre otros.
- Cuando barras la calle, hazlo en seco, no utilices manguera.

BAÑO:

- Coloca una cubeta debajo de la regadera mientras te bañas y reutiliza el agua recolectada.
- Cierra las llaves del agua mientras te enjabonas al bañarte o lavarte las manos.
- Toma baños cortos.
- No te rasures ni cepilles los dientes en la regadera.
- Entre la regadera y la tina, utiliza la primera, pues consume la cuarta parte de agua.
- Cierra bien todas las llaves.
- Cambia el tanque del escusado de 16 litros por el de 6 l.
- Verifica que el "sapito" de la caja del WC funcione adecuadamente.
- No desperdicies el agua para desechar colillas o pañuelos desechables.
- Utiliza un desodorante sólido o líquido para el escusado. Esto te ayudará a acumular algunas descargas de orina.
- Instala dispositivos ahorradores en la regadera y el escusado, son baratos y fáciles de colocar.

COCINA:

- Al lavar los trastes, evita que los residuos de comida se vayan por el drenaje.
- Remoja los trastes una sola vez, si tienen grasa, usa agua caliente.
- Enjabona los trastes con la llave cerrada y enjuégalos rápidamente bajo un chorro de agua moderado.
- Cuando calientes agua, no llenes el recipiente, evita que este se derrame o evapore.

- Haz tus cubos de hielo en charolas flexibles a fin de removerlos sin ponerlos bajo el agua.
- Usa poca agua para cocer verduras.
- No tires el agua que utilizaste para cocer los vegetales, prepara sopas con ella.
- Cuida que la llave del fregadero no gotee, si es necesario cambia los empaques.
- No vacíes el aceite sobrante de tus guisos por el fregadero.

ROPA:

- Si lavas la ropa en el lavadero, reutiliza el agua con la que enjuagaste para remojar la siguiente tanda de ropa sucia.
- Utiliza la mínima cantidad de detergente y gasta menos agua al enjuagar.
- Remoja la ropa en jabón para que sea más fácil quitar las manchas.
- Utiliza jabón de pasta o detergente biodegradable, con esto disminuye la contaminación del agua.
- Si usas lavadora, colecta el agua del lavado y enjuaga en cubetas para destinarla a la limpieza de los pisos.
- Usa la lavadora de ropa sólo con cargas completas.

PLANTAS:

- Riega jardines y macetas por la noche o muy temprano para evitar la evaporación.
- Reutiliza el agua de la regadera y del lavado de verduras para regar las plantas del jardín.
- Elige plantas que requieran poca agua.
- Aprovecha las plantas nativas porque consumen menos agua.
- Evita plantar árboles cerca de las descargas de drenaje, las raíces pueden provocar rupturas.
- Reduce la evaporación del riego cubriendo el suelo del jardín con tierra de hojas.
- En temporada de sequía no desperdicias agua en el pasto amarillo, revivirá cuando haya lluvia.

- En época de estiaje corta el pasto, pero no lo barras, esto evita la evaporación.
- Aprovecha el agua de la lluvia diseñando captaciones adecuadas.
- Al regar con aspersores, ajústalos para no regar partes pavimentadas o que no lo necesiten.
- Emplea mangueras con boquilla ajustable y si las dejas solas usa un sistema de control por tiempo.

EN LA ESCUELA Y EL TRABAJO:

- Si ves alguna fuga de agua repórtala al área de mantenimiento.
- Cierra la llave de agua que no se esté usando.
- Cierra la llave del lavado mientras te enjabonas las manos y al terminar, cerciórate de que quede bien cerrada.
- El sanitario no es un basurero, deposita la basura en el cesto, no en el W.C.
- Vigila que no se rieguen plantas y áreas verdes con agua potable.
- Promueve la captación de agua de lluvia para uso en el W.C. y riego de plantas.
- No permitas que tus compañeros desperdicien el agua.
- Participa en actividades que promuevan el cuidado el agua.
- En la industria:
 - Instala dispositivos ahorradores de agua en sanitarios, lavamanos y regaderas para reducir el consumo.
 - Coloca carteles o letreros promoviendo consejos para el uso eficiente del agua.
 - Capacita al personal de mantenimiento e intendencia para que no desperdicie el agua en sus actividades.
 - Revisa periódicamente el buen estado y funcionamiento de las instalaciones hidráulicas como tinacos y cisternas.
 - Repara cualquier fuga, filtración o evaporación.

- Reduce el uso de sustancias químicas que te permitan reutilizarla.
- No viertas al drenaje público aceite usado, solventes, medicamentos, gasolina, pinturas o baterías.
- Emplea productos biodegradables.

EN LA AGRICULTURA:

- No riegues con calendario o por sistema, la frecuencia depende del tipo de suelo y de planta.
- El riego automático con programador ayuda a optimizar el uso del agua.
- El riego espaciado ayuda a que se desarrollen las raíces de las plantas hacia abajo y permite un ahorro periódico.
- Evita el riego excesivo.
- Evita los encharcamientos prolongados de varios días.
- Aprovecha el agua de lluvia.
- Trata de regar temprano por la mañana aprovechando la sombra.
- Aplica la regla general: “mejor quedarse corto con el agua que pasarse”.

ACTIVIDADES SUGERIDAS

1. Como habitantes de la Ciudad de México tenemos el deber de cuidar el agua y el medio ambiente. Para generar una reflexión grupal sobre este tema el docente podría preguntar:
 - ¿Qué acciones puedo realizar en mi casa para cuidar el agua y el medio ambiente?
 - ¿Qué acciones puedo llevar a cabo en mi escuela para cuidar el agua y el medio ambiente?
2. Posteriormente, en plenaria, los estudiantes señalarán las acciones que se pueden emprender, mismas que serán anotadas en el pizarrón para su análisis.
3. Para realizar la actividad el docente puede revisar las propuestas que aparecen en Recomendaciones y Soluciones de esta guía.

Referencias

- Banco Mundial (2013). Agua urbana en el Valle de México: ¿un camino verde para mañana? Washington, D.C, 92 p.
- Comisión Nacional del Agua (2016). Atlas del agua en México. México, 140 p.
- Comisión Nacional del Agua (2010). Descubre una cuenca: río Santiago. México, 265 p.
- Comisión Nacional del Agua (2018-A). Estadísticas del agua en México. México, 344 p.
- Comisión Nacional del Agua (2018-B). Recarga artificial en el Valle de México. Experiencias y retos. México, 17 p.
- Cotler Ávalos H. coordinadora (2010). Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. México. Semarnat-INE-Fundación Gonzalo Río Arronte, 231 p.
- Diario Oficial de la Federación (2010). Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua. México, Primera sección, 61 p.
- Maass J. M. y Cotler H. (2008). El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental.
- National Research Council (NRC) (1995). El Suministro de Agua de la Ciudad de México: Mejorando la Sustentabilidad. Washington D.C. pp. 109-123.
- Reyes Martínez A. y Quintero Soto M.L. (2009). Problemática del agua en los distritos de riego por bombeo del estado de Sonora. Revista Digital Universitaria 6, México, 19 p.
- Sánchez Vélez A., García Núñez R. y Palma Trujano A. (2003). La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales. México, SEMARNAT, 50 p.
- Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX). Diagnóstico, logros y desafíos 2018. México, 231 p. Agua.org.mx. <https://agua.org.mx/cuantaagua-tiene-mexico/>
- Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento (ANEAS) <http://aneas.com.mx/>
- Comisión Nacional del Agua (2004). Descubre una cuenca: El Lago de Pátzcuaro. México, 361 p. <https://>

www.imta.gob.mx/productos_publicaciones/descubre-una-cuenca-el-lago-de-patzcuaro-detail Cuenca hidrográfica. <http://cuencahidrograficamila.blogspot.com/manejo-de-cuencas-hidrograficas>

Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC). <http://japac.gob.mx/>

Centro para la Sustentabilidad Incalli Ixcahuicopa (s/f). Repensar la Cuenca: La Gestión de Ciclos del Agua en el Valle de México. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2009/05/Repensar-la-cuenca-La-gestion-de-ciclos-del-agua-en-el-Valle-de-Mexico.pdf>

Darius Kalvaitis D. y Liz Heffernan L. (2014). Educación sobre Cuencas Hidrográficas mediante la Exploración. <https://greenteacher.com/wpcontent/uploads/2014/08/educacionsobrecuencashidrograficas.pdf>

Ordoñez Gálvez J.J. (2011). ¿Qué es una Cuenca Hidrológica? Sociedad Geográfica de Lima, 44 p. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCA-VM). Análisis estadístico de los trámites solicitados en la Cuenca de México e impacto en la gestión del agua. <https://slideplayer.es/slide/9037189/>

Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México (OCAVM). Estadísticas del Agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII. México, 2013, 206 p. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2015/09/Estadisticas_Agua_Valle_de_Mexico_2014.pdf

Organización de las Naciones Unidas (ONU). <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

Secretaría de Educación Pública (SEP). Libros de texto gratuitos de primaria. <https://www.superedu.com.mx/noticias/libros-de-texto-gratuito-sep-2019-2020>

Secretaría de Educación Pública (SEP). Plan de estudios de secundaria. <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/secundaria-programas-de-estudio>

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA). http://www.cuidarelagua.cdmx.gob.mx/ciclo_agua.html Web del Maestro. El Ciclo del Agua. <https://webdelmaestro.com/ciclo-del-agua-primaria/>

Glosario

- **Acuífero.** Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.
- **Agua potable.** Literalmente agua que se puede beber. La normatividad mexicana (NOM-127-SSA1-1994) define el agua para uso y consumo humano como aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos, y que no causa efectos nocivos al ser humano.
- **Aguas residuales.** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.
- **Aguas superficiales.** Agua que fluye o se almacena en la superficie de la corteza terrestre en forma de ríos, lagos o embalses artificiales como presas, bordos y canales.
- **Alcantarillado.** Conjunto de tuberías que conducen las aguas residuales hasta el sitio de disposición final de las mismas.
- **Balance hídrico.** Equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado.
- **Cobertura de agua potable.** Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares y que cuenta con agua entubada dentro de la vivienda, dentro del terreno o de una llave pública o hidrante.
- **Cobertura de alcantarillado.** Porcentaje de la población que habita en viviendas particulares, cuya vivienda cuenta con un desagüe conectado a la red pública de alcantarillado, a una fosa séptica, río, lago o mar, o a una barranca o grieta.
- **Condensación.** Cambio de estado del agua, de una sustancia a una fase más densa, ejemplo de gas, o vapor a líquido.
- **Contaminación.** Incorporación de agentes extraños al agua, capaces de modificar su composición física, química y calidad.
- **Cuenca.** Depresión o forma geográfica que hace que un territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar.
- **Cuenca hidrológica.** Unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o línea divisoria de las aguas, formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal.

- **Drenaje.** Conducciones naturales o artificiales para dar salida o desfoque al agua.
- **Ecosistema.** Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras.
- **Escurrecimiento.** Corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.
- **Evapotranspiración.** Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.
- **Geomorfología:** Rama de la geografía y de la geología, que tiene como objetivo el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado en describir, entender su génesis y su actual comportamiento.
- **Infiltración.** Proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo.
- **Organismo de cuenca.** En las regiones hidrológico-administrativas son unidades técnicas, administrativas y jurídicas especializadas, con carácter autónomo, adscritas directamente al titular de la Conagua.
- **Orografía.** Área la de la geografía abocada al estudio y descripción de las elevaciones o relieves de una región geográfica, mediante representaciones cartográficas.
- **Precipitación.** Agua en forma líquida o sólida, procedente de la atmósfera, que se deposita sobre la superficie de la tierra; incluye el rocío, llovizna, lluvia, granizo, aguanieve y nieve.
- **Sanearamiento.** Recogida y transporte del agua residual y el tratamiento tanto de ésta como de los subproductos generados en el curso de esas actividades, de forma que su evacuación produzca el mínimo impacto en el medio ambiente.
- **Servicios ambientales.** Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad.

LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO · GUÍA PARA EL MAESTRO

La presente publicación se realizó con recursos aportados por la Comisión Nacional del Agua y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, como parte del Programa E005 "Capacitación Ambiental y Desarrollo Sustentable", en materia de Cultura del Agua, ejercicio 2020. Diseñado e impreso en la Ciudad de México en diciembre de 2020, con un tiraje de 16,026 ejemplares.

Distribución gratuita.
Prohibida su venta.