



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE QUÍMICA

**“DISEÑO DE UNA GUÍA CON FINES REGULATORIOS PARA LA GESTIÓN DE
RIESGOS A LA SALUD DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A
CONTAMINANTES EMERGENTES”**

DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA FARMACÉUTICAS

MCyTF Esmeralda Michelle Sánchez Ocampo

ASESOR ACADEMICO

Dr. Leobardo Manuel Gómez Olivan

ASESORES ADJUNTOS

Dra. Hariz Islas Flores

Dr. Alejandro Mejía García

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 2022

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RELACIÓN DE TABLAS	4
RELACIÓN DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
1. ANTECEDENTES	9
1.1 Agua	9
1.2 Contaminantes emergentes	11
1.2.1 Fármacos	13
1.2.2 Disruptores endocrinos	13
1.2.3 Retardantes de llama	14
1.2.4 Microplásticos	14
1.3 Panorama mundial para agua y residuos. Objetivos de Desarrollo Sostenible	15
1.3.1 ODS 6	17
1.3.2 ODS 12	19
1.4 Normatividad mexicana en materia de agua, residuos y contaminantes emergentes	20
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. HIPÓTESIS	24
4. OBJETIVOS	24

4.1 Objetivo General	24
4.2 Objetivos Específicos	24
5. METODOLOGÍA	25
5.1 Diseño experimental.....	25
5.2 Normatividad aplicable en agua y contaminantes emergentes.....	26
5.3 Generación de bases de datos	26
5.4 Diseño y elaboración de la guía	26
5.5 Desarrollo del contenido de la guía.....	27
5.6 Propuestas de contenidos digitales.....	27
5.7 Propuesta de desarrollo tecnológico	27
5.8 Evaluación del cumplimiento normativo de la guía	27
6. RESULTADOS	29
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	40
8. CONCLUSIONES	42
9. PERSPECTIVAS	43
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
11. ANEXOS	47

RELACIÓN DE TABLAS

Contenido

Página

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua.....	28
---	----

RELACIÓN DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Agua renovable.....	10
Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	15
Figura 3. ODS 6 Agua limpia y saneamiento.....	17
Figura 4. ODS 12 Producción y consumo responsables.....	19
Figura 5. Diseño metodológico.....	25
Figura 6. Cuestionario para documentos normativos.....	28
Figura 7. Cuestionario para documentos normativos 1.....	33
Figura 8. Pantalla 1.....	34
Figura 9. Pantalla 2.....	35
Figura 10. Pantalla 3.....	35
Figura 11. Pantalla 4.....	36
Figura 12. Pantalla 5.....	36
Figura 13. Pantalla 6.....	37
Figura 14. Pantalla 7.....	37
Figura 15. Pantalla 8.....	38
Figura 16. Pantalla 9.....	38

RESUMEN

El agua es un recurso vital para el desarrollo de todos los sectores productivos a nivel mundial, con el paso de los años se ha presentado una considerable reducción en la disponibilidad de agua para uso humano, generada por diversos factores relacionados principalmente con actividades antropogénicas. Uno de los objetivos mundiales prioritarios es garantizar la sanidad y calidad del agua, es decir, brindar acceso al recurso hídrico libre de cualquier contaminante que pueda ser perjudicial para la salud por medio del establecimiento de parámetros regulatorios. Sin embargo, la investigación científica y tecnológica ha llevado a identificar sustancias que requieren de especial atención, pues se ha observado, que su presencia en el agua causa efectos nocivos a la salud y al ecosistema; estos son los llamados contaminantes emergentes. Los contaminantes emergentes pueden ser sustancia de distinto origen y naturaleza química y cuya característica principal es su permanencia en el ambiente. Los principales efectos nocivos de estas sustancias se han identificado a través de investigación realizada durante las últimas décadas y es por esta razón que surge la necesidad de generar guías o regulaciones que permitan integrar a la normatividad actual los nuevos hallazgos, con la finalidad de reducir riesgos y daños a la salud y al ecosistema. Actualmente se tiene una gran cantidad de información sobre la caracterización y los efectos nocivos que presentan estos contaminantes emergentes, tanto en flora y fauna acuática como en seres humanos; pero la regulación no cubre la totalidad de los aspectos a considerar para garantizar la calidad del agua. De todo lo anterior surge la necesidad de diseñar procesos sistematizados que permitan controlar la generación, tratamiento y/o remoción de contaminantes emergentes, según se requiera. Esto apoyará y podrá usarse como complemento de los programas de salud y leyes enfocadas en el mejoramiento de la salud pública.

ABSTRACT

Water is a vital resource for the development of all productive sectors worldwide, over the years there has been a considerable reduction in the availability of water for human use, generated by various factors related mainly to anthropogenic activities. One of the priority global objectives is to guarantee the health and quality of water, that is, to provide access to water resources free of any contaminant that may be harmful to health through the establishment of regulatory parameters. However, scientific, and technological research has led to the identification of substances that require special attention, since it has been observed that their presence in water causes harmful effects on health and the ecosystem; these are the so-called emerging pollutants. Emerging pollutants can be substances of different origin and chemical nature and whose main characteristic is their permanence in the environment. The main harmful effects of these substances have been identified through research conducted during the last decades and it is for this reason that the need arises to generate guides or regulations that allow the new findings to be integrated into current regulations, to reduce risks. and damage to health and the ecosystem. Currently there is a large amount of information on the characterization and harmful effects of these emerging pollutants, both in aquatic flora and fauna and in humans; but the regulation does not cover all the aspects to be considered to guarantee water quality. From all the above, the need arises to design systematized processes that allow controlling the generation, treatment and/or removal of emerging pollutants, as required. This will support and may be used as a complement to health programs and laws focused on improving public health.

INTRODUCCIÓN

La necesidad mundial de crear acciones que favorezcan el bienestar de la población mundial ha llevado a centrar la atención en temas relacionados a la protección del medio ambiente, de manera concreta, se requieren acciones que permitan el acceso al agua pero que además sea de calidad, favoreciendo la disminución de los problemas de salud que aquejan a la población a nivel mundial; desde hace décadas se ha reportado un alto índice de mortalidad en personas que carecen del recurso hídrico o cuyo acceso se limita a aguas altamente contaminadas. La principal fuente de contaminación proviene del acelerado crecimiento poblacional, una de las consecuencias más evidentes del aumento en el número de habitantes es la generación de residuos y el consumo de recursos naturales de manera desmedida, por estas razones, resulta de vital importancia la planificación, desarrollo, implementación, cumplimiento y verificación de políticas ambientales que permitan mantener el bienestar de la población y el medio ambiente. Para ejecutar lo anterior, surge la creación de La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que establece una serie de objetivos y metas que sirvan a los países como directrices para alinear su estructura legal. Cada país debe analizar la normatividad junto con sus procesos gubernamentales, sociales y ambientales vigentes para determinar las áreas que pueden mejorarse o crearse para el cumplimiento de los objetivos mundiales.

En México, se cuenta con una estructura jerárquica bastante sólida, pero existen aspectos que aún no han sido considerados, como es el caso de la regulación sobre contaminantes emergentes. Se ha demostrado a través de la investigación científica que estos contaminantes causan efectos nocivos al medio ambiente e incluso a la salud humana y los documentos normativos más específicos los tenemos representados por las Normas Oficiales Mexicanas y las políticas ambientales, la gestión de estos representa la mejor ruta para la implementación y cumplimiento de la Agenda 2030 y el logro de los objetivos mundiales.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Agua

La provisión básica de un suministro de agua seguro, asequible y confiable para el consumo humano, incluyendo instalaciones de saneamiento en el hogar y en el lugar de trabajo, fortalece la salud y la productividad de la fuerza laboral y, por lo tanto, puede contribuir al crecimiento económico. (1)

El mundo experimenta una crisis multidimensional. Se identifica una crisis económica y financiera, una crisis de energía, una crisis de alimentos y actualmente una crisis de agua. (1)

En muchas regiones del mundo los recursos hídricos superficiales se utilizan al límite de su disponibilidad, provocando que diversos cuerpos de agua sean sobreexplotados. La disponibilidad de agua promedio anual en el mundo es de aproximadamente 1 386 billones de hm^3 , de los cuales el 97.5% es agua salada y sólo el 2.5%, es decir 35 billones de hm^3 , es agua dulce, de esta cantidad casi el 70% se encuentra en glaciares, nieve y hielo por lo tanto no está disponible para consumo humano; del agua disponible solo una pequeña cantidad se encuentra en lagos, ríos, humedad del suelo y depósitos subterráneos relativamente poco profundos, cuya renovación es producto de la infiltración, por lo anterior, se estima que solamente el 0.007% se encuentra como agua disponible para uso y consumo humano. (2) (3) (4,5)

A nivel mundial, la proporción de extracción de agua es aproximadamente 69% agropecuaria, 19 % industrial y 12% municipal. En México se tienen grandes regiones áridas que consumen volúmenes de agua no sostenibles, su abastecimiento se realiza por la extracción de los mantos subterráneos, situación que conlleva como se había mencionado a la sobreexplotación, aunado a esto se tienen factores como la desaparición de lagos y humedales, pérdida de

ecosistemas, disminución del rendimiento de los pozos y el acelerado incremento poblacional cuyo mayor efecto es la contaminación del agua. (2) (6) (7)

En México el total de la precipitación pluvial es de 1 449 471 hm³, de los cuales el 72.1% del agua se evapotranspira, en términos simples se define como la cantidad de agua que se evapora a la atmósfera desde los cuerpos de agua, más la cantidad de agua que proviene de la transpiración de las plantas, el 21.4% escurre por los ríos y el 6.4 restante se filtra al subsuelo y recarga los mantos acuíferos, dando como resultado 451 585 hm³ lo que implica que está cantidad debe abastecer a todo el territorio nacional. Figura 1. (4–6)

La disponibilidad de agua es uno de los puntos clave para la preservación del recurso a través de la administración de aguas nacionales La calidad de agua se ve afectada por la contaminación, es otro de los grandes retos a lo que se enfrenta no solo México, sino todo el mundo y aunque existen organismos ambientales reguladores, no se cuenta con la tecnología y desarrollo requeridos para garantizar la calidad de agua para uso humano. En síntesis, el ser humano está contaminando el agua más rápido de lo que la naturaleza puede reciclar y purificar el agua en los ríos y lagos. (4) (6) (5,8)

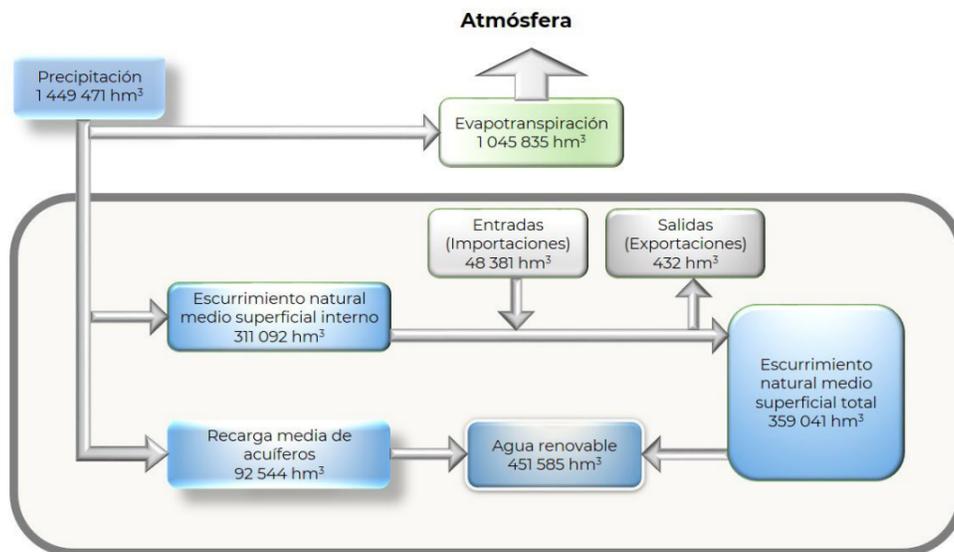


Figura 1. Agua renovable. Fuente: (5)

1.2 Contaminantes emergentes

Desde mediados del siglo pasado, se han documentado diferentes problemas, extraños, desconcertantes y aparentemente inconexos, que sufrían los organismos acuáticos en distintas regiones del mundo. Entre estos problemas, se ha detectado, pérdida de la capacidad reproductora, muertes masivas, deformaciones en órganos reproductores, comportamientos sexuales anormales y disminución del sistema inmunológico. Diversos estudios han demostrado que estas alteraciones están principalmente relacionadas con contaminantes ambientales. (9)

Los asentamientos humanos como parte de las actividades cotidianas generan residuos que son descargados en aguas superficiales, se producen además efluentes de aguas residuales tratadas y no tratadas. Un alto porcentaje de estas aguas son recibidas en plantas de tratamiento, observando que se tienen niveles indetectables de diversas sustancias contaminantes. (10) (11) (12)

A esta diversidad de sustancias se les conoce con el término de contaminantes emergentes; dicho término se utiliza para referirse a compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medio ambiente no se considera significativa en términos de distribución y/o concentración, por lo que pasan inadvertidos, no obstante, ahora están siendo ampliamente detectados y tienen el potencial de acarrear un impacto ecológico, así como efectos adversos sobre la salud. (9)

Una característica de estos grupos contaminantes es que no necesitan estar constantemente en el ambiente para causar efectos negativos puesto que sus altas tasas de transformación/remoción se pueden compensar por su introducción continua en el ambiente. Todo esto debido a sus características fisicoquímicas, bioacumulación en los diversos estratos del medio ambiente y en los organismos, así como su biomagnificación al pasar a través de la cadena trófica. (9) (13)

Se ha establecido que estos compuestos entran en el ambiente a través de algunas fuentes y vías, tales como aguas residuales de tipo doméstico e industrial, de los residuos de las plantas de tratamiento, de los efluentes hospitalarios, de las actividades agrícolas y ganaderas, de los tanques sépticos y de las actividades veterinarias, principalmente.

Los contaminantes emergentes se encuentran en concentraciones variables, ya que existe una cantidad limitada de parámetros específicos que aseguren la calidad ambiental, aunado a esto las aguas residuales procesadas en plantas de tratamiento de agua tampoco se encuentran libres de estos contaminantes, pues los procesos realizados no están diseñados para eliminarlos, de ahí que una de las principales preocupaciones de las entidades ambientales reguladoras consiste en incrementar la investigación científica con el fin de generar nuevas tecnologías y definir parámetros regulatorios específicos que garanticen la calidad del agua. (14) (15) (16)

Los compuestos emergentes son contaminantes no regulados en su mayoría incluso en países desarrollados y que pueden ser un peligro para el entorno y la salud humana. Sin embargo, por sus efectos en la salud y su presencia en el ambiente deberán ser normados a mediano o largo plazos, por ejemplo, fármacos, productos de belleza y cuidado personal, disruptores endocrinos, plaguicidas, contaminantes orgánicos persistentes, surfactantes, retardantes de fuego, aditivos industriales, desinfectantes, esteroides y hormonas naturales y sintéticas, drogas, microplásticos, entre otros. (17) (15) (18)

En seguida, se mencionarán algunos de estos contaminantes emergentes y sus principales características, si bien es claro, todos los grupos presentan propiedades específicas que les permiten mantenerse en el ecosistema por largos periodos de tiempo causando daños a diferentes organismos y/o al medio ambiente.

1.2.1 Fármacos

Los fármacos tienen presencia en los cuerpos de agua como consecuencia de la excreción, no solamente de seres humanos sino también de animales a través de la orina y las heces, ya sea como compuesto parental sin modificar, en forma de metabolitos o como conjugados. Otras vías son los efluentes derivados de la fabricación de fármacos e incluso efluentes a nivel hospitalario.(15) (19)

Dentro de los contaminantes más perjudiciales se encuentran el paracetamol, el ibuprofeno, el diclofenaco, la carbamazepina y el ácido clofíbrico; analgésicos ampliamente utilizados, que pueden causar lesiones hepáticas, nefrotoxicidad, complicaciones gastrointestinales, hepatitis, entre muchos otros.(20)

1.2.2 Disruptores endocrinos

Entre estos contaminantes emergentes es importante señalar los llamados disruptores endocrinos que interfieren en el funcionamiento del sistema hormonal ya que suplantán a las hormonas naturales, bloqueando su acción y aumentando o disminuyendo sus niveles. (21)

La problemática medioambiental que suscitan estos xenobióticos radica en que ejercen sus efectos disruptores endocrinos a concentraciones del orden de ng/l que son más bajas que aquellas a las que se suelen detectar efectos ecotoxicológicos empleados habitualmente, además requieren el empleo de equipos analíticos sofisticados y dotados de gran sensibilidad para poder detectar esas concentraciones tan bajas.(21)

En los últimos años la investigación científica ha proporcionado evidencia de los efectos nocivos causados por la exposición a disruptores endocrinos sobre fauna acuática, evidenciando también que los organismos en desarrollo son de mayor importancia y preocupación ya que los efectos causados son permanentes e

irreversibles, mientras que en organismos adultos son efectos activacionales o transitorios, medibles, que pueden ser reversibles.(22) (23)

1.2.3 Retardantes de llama

Los retardantes de llama bromados (BFRs) son compuestos empleados como aditivos o reactivos en una amplia variedad de polímeros y productos comerciales, tales como muebles, plásticos, tejidos, pinturas y aparatos electrónicos.

Los retardantes de llama más destacados son el tetrabromo bisfenol A (TBBPA), el hexabromociclododecano (HBCD), y los polibromodifeniléteres (PBDEs), estos compuestos se han detectado en humanos, animales y medio ambiente en diferentes áreas, incluso alejadas de las zonas de mayor producción y uso. (24)(25)

Su persistencia, biodisponibilidad, y algunos indicios sobre posibles efectos adversos, no completamente demostrados, como neurotoxicidad, disrupción endocrina y cáncer, han motivado la aplicación del principio de precaución y la consiguiente adopción de medidas legislativas para su control en agua a nivel europeo.(24)

1.2.4 Microplásticos

Este término es aplicable a restos plásticos inferiores a 5mm de tamaño y se trata de partículas primarias o secundarias productos de la desintegración de elementos plásticos más grandes. Los microplásticos son utilizados en productos de cuidado personal como pasta dental, cremas faciales y exfoliantes para sustituir compuestos naturales como semillas, conchas de piedra pómez o arcillas. Se encuentran también en textiles sintéticos y son desprendidos cuando las prendas son lavadas. Se han encontrado también en tintas de impresión, sprays, molduras de inyección y abrasivos. Otra característica importante de los plásticos es su capacidad para absorber contaminantes orgánicos como el DDT o bifenilos policlorados. (26)

1.3 Panorama Mundial para agua y residuos. Objetivos de Desarrollo Sostenible

En 2015 la ONU con el afán de reducir la pobreza y fomentar la prosperidad de los habitantes protegiendo el medio ambiente, propuso metas a desarrollar para los siguientes 15 años, estas metas se encuentran contenidas en los llamados objetivos de desarrollo sostenible, mismos que conforman la Agenda 2030. La agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Figura. 2, conformados a su vez por metas que consideran actividades que promueven la protección del medio ambiente, el combate de la pobreza, la salud y bienestar, la educación, entre otros.(27)



Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Fuente (27)

El Foro de los Países de América Latina y el Caribe sobre el Desarrollo Sostenible se estableció en 2016 por los países miembros de la CEPAL con la finalidad de darle seguimiento y examinar la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y la Agenda de Acción Addis Abeba, este foro es abierto a la

participación de Gobiernos, sectores académico, privado y social, involucrando órganos subsidiarios de la CEPAL, organismos de las Naciones Unidas, bancos de desarrollo y bloques de integración regional. Por medio del abordaje de cuatro acciones prioritarias:

- Apoyar la creación de arquitecturas nacionales entre instituciones y sectores que permitan la integración de social, económica y ambiental, fomentando el intercambio de experiencias para el aprendizaje y cooperación entre países.
- Potenciar la incorporación de los ODS en los sistemas de planificación nacional y territorial estableciendo estrategias a mediano y largo plazo alineadas a estos objetivos
- Fortalecer capacidades en todos los sectores brindando actividades de capacitación como seminarios talleres y cursos además de brindar asistencia a nivel regional nacional y subnacional.
- Desarrollar un observatorio regional de planificación para el desarrollo sostenible brindando los instrumentos e información necesaria para la implementación y el seguimiento de la agenda 2030. (28)

En 2019 se llevó a cabo una la Asamblea General para examinar los avances de la Agenda 2030, en esta asamblea los países reafirmaron su determinación de implementar la Agenda 2030 como plan de acción en favor del planeta y sus habitantes; su compromiso de no dejar a nadie atrás apoyando a los países más rezagados apoyando especialmente a los sectores vulnerables; el reconocimiento que la Agenda 2030 tiene alcance universal y que sus objetivos y metas son de carácter integrado e indivisibles y conjugan las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo sostenible; y en general, el cumplimiento de cada uno de los puntos redactados en la Agenda 2030 proporcionando todos los recursos que estén a su alcance, el compromiso de compartir experiencias y formar alianzas entre países y de manera interna la inclusión de todos los sectores de manera clara y organizada para que las futuras generaciones puedan dar continuidad, entre otros aspectos.

Los compromisos de la asamblea para lograr la implementación de la Agenda para el año 2030, se enlistan a continuación:

- No dejar a nadie atrás
- Movilizar financiación suficiente y bien dirigida
- Mejorar la implementación en el plano nacional
- Reforzar las instituciones para lograr soluciones más integradas
- Potenciar la acción a nivel local para acelerar la implementación
- Reducir el riesgo de desastres y fomentar la resiliencia
- Resolver los problemas mediante la cooperación internacional y mejorar la alianza
- Aprovechar la ciencia, la tecnología y la innovación prestando mayor atención a la transformación digital en beneficio del desarrollo sostenible
- Invertir en datos y estadísticas para los ODS
- Fortalecer el foro político de alto nivel

Los ODS aplicables de manera concreta a nuestro tema de estudio son el ODS 6 Agua limpia y saneamiento y el ODS producción y Consumo Responsable. (27,29)

1.3.1 ODS 6

La función de este objetivo es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Figura. 3



Figura 3. ODS 6 Agua limpia y saneamiento. Fuente (8)

En el mundo existen miles de millones de personas que carecen del acceso al recurso hídrico, una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco no tienen una instalación básica para lavarse las manos con agua y jabón, siendo el lavado de manos una de las acciones más efectivas para reducir la propagación de patógenos y prevenir infecciones. Algunos datos que se deben considerar son los siguientes:

- Más del 40% de la población mundial se ve afectada por la escasez de agua y se prevé que este porcentaje se incremente en los años posteriores
- Millones de personas aún carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento como retretes o letrinas
- Los desastres naturales relacionados con el agua, como las inundaciones, representan el 70% de las muertes reportadas.

Para contrarrestar este panorama, se describen metas que se centran en temas muy específicos como son:

- Meta 6.1 Lograr que a un precio asequible se tenga acceso universal y equitativo al agua potable
- Meta 6.2 Brindar el acceso a servicios de higiene y saneamiento para eliminar la aplicación al aire libre, atendiendo las necesidades de mujeres, niñas y personas en situación vulnerable
- Meta 6.3 y 6.4 Mejorar la calidad de agua reduciendo la contaminación por la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar, incrementar el uso eficiente del agua a través del reciclado y la reutilización, lo que puede integrarse en la definición de gestión del recurso hídrico.
-

El resto de las metas permite el cumplimiento del ODS describiendo los requerimientos mínimos,(8)

1.3.2 ODS 12

El objetivo 12 permite garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Figura 4.



Figura 4. ODS 12 Producción y consumo responsables. Fuente (30)

El medio ambiente proporciona los recursos para el consumo y la producción mundiales, pero el progreso económico y social está acompañado de la degradación medioambiental poniendo en riesgo la supervivencia en un futuro. Se destacan algunos datos importantes como:

- Se estima que cada año 1/3 del total de la comida producida es desechada en la basura o dañada por el transporte o prácticas de recolección deficiente
- Se podrían ahorrar 120000 millones de dólares estadounidenses por año si la población optará por focos energéticamente eficientes
- Si el incremento poblacional llegará a 9600 millones de personas en 2050 se requeriría la existencia de recursos Equivalente a 3 veces más del usado actualmente para mantener los estilos de vida.
- A pesar de tener acceso al agua de manera gratuita, la infraestructura necesaria para gestionar el recurso hídrico es lo más costoso.

Estos aspectos resaltan la importancia del consumo y producción sostenibles, esto, hacer más y mejor con menos, eficientando los recursos y promoviendo estilos de vida sostenibles.

Para poder cumplir con esto, se crearon metas, en seguida se enlistan las metas que tiene aplicación directa sobre la generación de residuos.

- Meta 12.3 Esta meta pretende reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita a nivel mundial provenientes de la venta al por menor y de consumidores, así como reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro incluidas las posteriores a la cosecha.
- Metas 12.4 y 12.5: Se enfocan en lograr la gestión ecológicamente racional de productos químicos y desechos a lo largo de su ciclo de vida reduciendo significativamente su liberación a la atmósfera agua y suelo para minimizar los efectos adversos al medio ambiente y la salud humana, en resumen, llevar una adecuada gestión de los recursos.(30)

1.4 Normatividad en materia de agua y contaminantes emergentes

A nivel internacional, las leyes que protegen el medio ambiente y que regulan los usos y beneficios de los recursos hídricos compartidos están basadas en ciertos principios ya reconocidos, según se desarrollaron a través de las interacciones y relaciones entre estados autónomos, junto con un número cada vez mayor de organizaciones y empresas internacionales. (1)

La normatividad tanto nacional como internacional tienen como principal objetivo establecer reglas, especificaciones, directrices, entre otras que permitan la conservación, seguridad y calidad en la explotación, uso, aprovechamiento y administración de agua y de manera específica se enfocan en la reducción del riesgo de presencia de contaminantes con especial interés en los contaminantes emergentes. (1)

La Unión Europea mediante la directiva del marco de agua ha desarrollado una lista de sustancias peligrosas prioritarias publicadas en la Decisión 2455/2001/EC, que

luego se convirtió en el anexo X de la directiva, con la presencia de 33; la directiva sobre agua potable enumera 48 parámetros de calidad para agua de consumo humano. (31,32)

Actualmente la regulación europea exige tres programas de monitoreo en las masas de aguas superficiales, el primero es un control de vigilancia cuyo objetivo es complementar y validar un análisis de impacto, el segundo es un control operativo basado en estándares de calidad ambiental para 53 contaminantes y el control de investigación para determinar la magnitud y el impacto de contaminaciones accidentales. (32)

En México la Comisión Nacional del Agua, por conducto del Comité Consultivo Nacional del Sector Agua, elabora las normas oficiales mexicanas a fin de que sean expedidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y así garantizar el derecho que toda persona tiene al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. (33)

La gestión jurídica del agua tiene como fundamento lo indicado en los artículos 4, 27 y 115 de la Constitución Política, seguida del artículo 27 de la Ley de Aguas Nacionales y otras leyes secundarias como la de Cambio Climático, la de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, entre otras. Se establecen también Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas, Guías y directrices generadas a nivel nacional para asegurar el acceso al recurso hídrico de calidad, pero no por esta razón se limitan a integrar parámetros establecidos en la legislación mundial. (33)

Cómo se cuenta con normatividad para agua también existen normas que regulan la de residuos, estos documentos normativos van desde las leyes generales leyes federales como la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y

Normas Oficiales Mexicanas que permiten clasificar a los residuos considerando sus propiedades fisicoquímicas, volumen, peligrosidad, entre otros. Los principales residuos que se encuentran integrados en la normatividad mexicana son Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME), Residuos Peligrosos (RP), Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos (RPBI) y Residuos Sanitarios y COVID-19. Además de describir conceptos como Manejo Integral, el cual se refiere a las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria ambiental, tecnológica, económica y social.(33–35)

La estructura jerárquica en México es sometida a revisiones periódicas para asegurar que se cumpla el objetivo principal de cada documento normativo y considerando que los objetivos mundiales se enfocan en temas específicos en beneficio de la población y el medio ambiente queda como tarea principal la modificación o creación de documentos normativos, para mantener un proceso lo más ordenado y homologado posible se cuenta con documentos que orientan estos procesos. La Secretaría de la Función Pública en 2011 publicó un documento llamado “Guía para emitir documentos normativos” cuya finalidad consiste en formar parte de las herramientas que la Secretaría ha diseñado para fortalecer la homologación y contención normativa. En ella se describe de manera concisa los 32 tipos de documentos normativos identificados que regulan la operación y funcionamiento de las instituciones, se explican los principios usados para estructurar y redactar el texto de un documento normativo y se identifican los tipos de documentos normativos idóneos para regular la operación y funcionamiento de las entidades y dependencias de la Administración Pública Federal y los elementos de cada uno de ellos y sus procesos de emisión. (36)

2. JUSTIFICACIÓN

El mundo experimenta una crisis multidimensional, crisis económica y financiera, crisis de energía, de alimentos y, en la actualidad de agua. En muchas regiones del mundo los recursos hídricos superficiales se utilizan al límite de su disponibilidad. La disponibilidad de agua en promedio anual en el mundo es de aproximadamente 1 386 millones de km³, de estos el 97.5% es agua salada, el 2,5% es agua dulce y de esta casi el 70% no está disponible para consumo humano pues se encuentra en forma de glaciares nieve o hielo, teniéndose una sobreexplotación de los mantos acuíferos disponibles. Uno de los grandes retos a los que nos enfrentamos actualmente es la contaminación de agua, y aun teniendo regulación aplicable, esta resulta insuficiente para garantizar a la población acceso a agua libre de contaminantes; y los contaminantes emergentes son actualmente la preocupación principal, pues son compuestos que no pueden ser eliminados por los métodos convencionales de las plantas de tratamiento de agua. Se requiere, además del desarrollo de nuevas tecnologías, la creación de normatividad legal, que permita reducir la generación y que establezca los lineamientos para el tratamiento y remoción de estos contaminantes, y como consecuencia la reducción de riesgos a la salud y al medio ambiente. (2,4,9,15,37-41)

3. HIPÓTESIS

La generación de una guía para la gestión de riesgos a la salud por contaminantes emergentes permitirá identificar los parámetros que se pueden someter a regulación para reducir los efectos adversos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una guía que permita identificar los parámetros que pueden someterse a regulación en lo que respecta a la gestión de contaminantes emergentes en México

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la normatividad mexicana aplicable en materia de agua y contaminantes emergentes.
- Generar una base de datos para agua y contaminantes emergentes resaltando los aspectos principales.
- Generar una guía que esté alineada a los requerimientos normativos en México.
- Elaborar propuestas de contenidos digitales que permitan la difusión de los temas contenidos en la guía.
- Diseñar un desarrollo tecnológico para el empleo de alguna sección de la guía de manera práctica.
- Evaluar el cumplimiento de la creación de la guía.

5. METODOLOGÍA

5.1 Diseño metodológico. Figura 5.

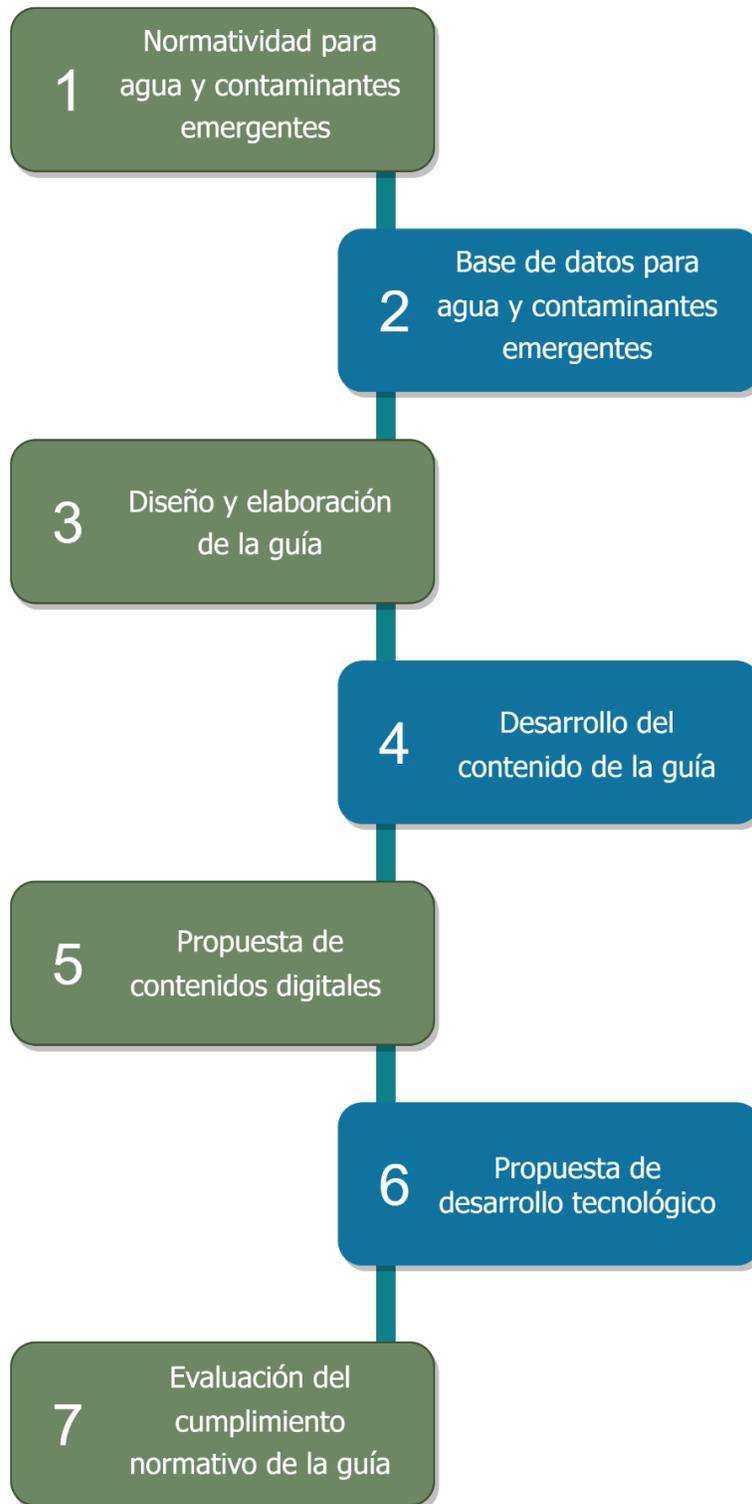


Figura 5. Diseño metodológico

5.2 Normatividad aplicable en agua y contaminantes emergentes

Se realizó una búsqueda en sitios web oficiales del Gobierno de México para identificar normatividad en materia de agua y contaminantes emergentes, en esta búsqueda se utilizaron sitios como; Diario Oficial de la Federación, SEMARNAT, CONAGUA y SINEC para Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas. Se revisó también la regulación a nivel mundial identificando los aspectos que sirvieron de apoyo para la generación de la guía, esta última parte se reforzó con el desarrollo de una revisión sistemática.

5.3 Generación de bases de datos

Se analizó la normatividad seleccionada previamente y se creó una base de datos para agua, en el caso de los contaminantes emergentes se identificó que no estaban contenidos en ningún documento normativo, por esta razón se incluyó en la búsqueda la normatividad para residuos, con la finalidad de examinar que aspectos se regulan en estas normas y distinguir aspectos que pueden modificarse para incluir a los contaminantes emergentes dentro de la legislación.

Para el análisis de las NOM se construyeron tablas de contenido destacando los objetivos de cada norma para agua y residuos, destacando los parámetros incluidos, se realizó también una tabla para normas mexicanas.

5.4 Diseño y elaboración de la guía

Considerando lo reportado en las normas existentes y la base de datos, se analizó la guía para la creación de nuevos documentos normativos para México y se elaboró un diseño general de la guía, en esta etapa se determinó la necesidad de incluir

información concerniente a la clasificación de residuos y su correcto manejo y disposición.

5.5 Desarrollo del contenido de la guía

Con el diseño general de la guía, se desarrolló cada tema para permitir el registro de la información necesaria.

5.6 Propuestas de Contenidos Digitales

El siguiente paso consistió en seleccionar los temas de la guía que consideramos de suma importancia para dar a conocer a la población, dirigido principalmente al sector estudiantil, la plataforma seleccionada para crear contenidos digitales fue Educaplay. Después de diseñar y publicar la actividad se analizó la funcionalidad y cumplimiento del objetivo. (42)

5.7 Propuesta de Desarrollo Tecnológico

Se planeó y diseñó el desarrollo de una aplicación que apoyara una sección de la guía, dirigida a la población en general.

5.8 Evaluación del cumplimiento normativo de la guía

En este apartado se consideró el empleo del cuestionario proporcionado en la “Guía para emitir documentos normativos” Figura 6, para evaluar el desarrollo de algún documento normativo derivado de ella.

Questionario																								
Conteste antes de emitir un documento normativo.																								
<p>1. ¿Cuál es el propósito del documento que desea emitir?</p> <p><i>(Escoger UNA sola opción)</i></p> <p> Si requiere de información adicional para responder esta pregunta, consulte el Anexo "B" (Pág. 34)</p>	<p>Marque con una cruz.</p>		<table border="1"> <tr> <td>a)</td> <td>Normar</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>b)</td> <td>Instruir</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>c)</td> <td>Facultar</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>d)</td> <td>Informar</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>e)</td> <td>Avisar</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>f)</td> <td>Describir</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>g)</td> <td>Registrar</td> <td>___</td> </tr> </table>	a)	Normar	___	b)	Instruir	___	c)	Facultar	___	d)	Informar	___	e)	Avisar	___	f)	Describir	___	g)	Registrar	___
a)	Normar	___																						
b)	Instruir	___																						
c)	Facultar	___																						
d)	Informar	___																						
e)	Avisar	___																						
f)	Describir	___																						
g)	Registrar	___																						
<p>2. Mencione la problemática que da origen a la emisión de su documento y el objetivo que perseguiría el mismo.</p>	<p>Problemática: _____</p> <p>Objetivos del instrumento: _____</p>																							
<p>3. ¿Existe algún documento normativo vigente que regule el mismo tema?</p> <p> Si requiere información adicional para responder esta pregunta, consulte el Anexo "B" (Pág. 34).</p>	<p>SI _____</p> <p>Pase a la pregunta 4</p>	<p>NO _____</p> <p>Pase a la pregunta 6</p>																						
<p>4. Explique por qué es insuficiente.</p>																								
<p>5. Si el documento que pretende emitir, regula el mismo tema que también rigen otros instrumentos vigentes, especifique entonces:</p>	<p>Si YA EXISTE un documento normativo ...</p>	<p>Su documento:</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>SI</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>a) ¿Abroga a otro?</td> <td>___</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>b) ¿Deroga disposiciones de otro?</td> <td>___</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>c) ¿Modifica otro?</td> <td>___</td> <td>___</td> </tr> <tr> <td>d) ¿Es nuevo?</td> <td>___</td> <td>___</td> </tr> </table>		SI	NO	a) ¿Abroga a otro?	___	___	b) ¿Deroga disposiciones de otro?	___	___	c) ¿Modifica otro?	___	___	d) ¿Es nuevo?	___	___	<p>Si contestó a, b ó c, especifique el nombre del(os) documento(s) y su fecha de emisión:</p>						
	SI	NO																						
a) ¿Abroga a otro?	___	___																						
b) ¿Deroga disposiciones de otro?	___	___																						
c) ¿Modifica otro?	___	___																						
d) ¿Es nuevo?	___	___																						
<p>6.- Cite los ordenamientos (incluyendo artículos, fracciones, incisos, apartados, según corresponda) que lo facultan para regular el tema que le interesa.</p>	<p>Con fundamento en _____ artículo (s) _____, fracción (es) _____, _____ (incisos o apartados), emitido con fecha _____.</p>	<p>No existe ningún ordenamiento.</p>																						
RESULTADOS																								
El resultado del diagnóstico con base a sus respuestas, es:																								
Preguntas																								
1.	Si su respuesta corresponde al CUADRO SOMBREADO , usted deberá emitir un DOCUMENTO NORMATIVO . Si su respuesta se ubica en el CUADRO NO SOMBREADO , usted deberá emitir un DOCUMENTO NO NORMATIVO .																							
2.	La respuesta a esta pregunta le ayudará a clarificar la necesidad de emitir un nuevo documento así como para planificar el contenido del mismo.																							
3, 4 y 5.	Las respuestas a las preguntas 3, 4 y 5 le ayudarán a decidir si es estrictamente necesario emitir un documento normativo nuevo o si en su caso, se requiere abrogar, derogar o modificar uno existente .																							
6.	Si su respuesta corresponde al CUADRO SOMBREADO , usted tendrá certeza jurídica sobre sus facultades para emitir un documento normativo sobre el tema específico que tiene definido. Si se ubica en el CUADRO NO SOMBREADO , usted podría no tener facultades para emitir un documento normativo y podría incurrir en falta y/o responsabilidad administrativa.																							

Figura 6. Cuestionario para documentos normativos. Fuente

7. RESULTADOS

Se realizó la búsqueda en las páginas del Gobierno de México para identificar la normatividad aplicable en materia de agua y contaminantes emergentes. Después de esto, se identificaron Normas Oficiales Mexicanas que tratan temas de agua, después de leer cada una de ellas se seleccionaron solo las normas que incluían límites permisibles para contaminantes, estas normas se muestran en la Tabla 1, sin embargo, no se encontraron normas que regulen la presencia de contaminantes emergentes en cuerpos de agua y en las Normas Oficiales Mexicanas que regulan residuos se observó que no consideran límites permisibles o alguna indicación especial para el manejo y disposición de contaminantes. Se encontraron también normas mexicanas que se enfocan en métodos de medición, lineamientos generales y recomendaciones para muestreo y análisis de calidad de agua.

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua

Código y título	Tipo de contaminante
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	Grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígenos, nitrógeno, fósforo, arsénico, cadmio, cianuro cobre cromo mercurio níquel plomo zinc
NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.	Grasas y aceites arsénico cadmio cianuro cobre cromo mercurio níquel plomo zinc
NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	Coliformes fecales, huevos de helminto, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígenos, sólidos suspendidos

<p>NOM-060-SEMARNAT-1994 Que establecen las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.</p>	<p>Desechos sólidos y líquidos</p>
<p>NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.</p>	<p>Organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales, aluminio, arsénico, bario, cadmio, cianuros, cloro residual libre, cloruros, cobre, cromo, dureza total, fenoles, fierro, fluoruros, manganeso, mercurio, nitratos, nitritos, nitrógeno, plaguicidas, clordano, DDT, gamma-HCH, hexaclorobenceno, heptacloro y epóxido de heptacloro, metoxicloro, 2,4 D, plomo, sodio, sólidos disueltos totales, sulfatos sustancias activas al azul de metileno, trihalometano zinc, radiactividad alta global radioactividad beta global</p>
<p>NOM-143-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones ambientales para el manejo de agua congénita asociada a hidrocarburos.</p>	<p>Hidrocarburos, sólidos disueltos totales</p>
<p>NOM-179-SSA1-1998 Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.</p>	<p>Cloro residual Análisis fisicoquímico y microbiológico</p>

Fuente: Elaboración propia

La revisión de la “Guía para emitir documentos normativos” permitió incluir en el desarrollo del documento (guía) aspectos que permitirán emitir propuestas que faciliten la creación de legislación para contaminantes emergentes.

De manera general se mencionan los apartados que conforman la guía.

Guía con fines regulatorios para la gestión de contaminantes emergentes.

- **Objetivo**
- **Alcance**
- **Definiciones**
- **Contenido**

Parte I

Identificación de residuos

1. Identificar actividades que generan residuos
2. Tipo de residuos generados y su clasificación
3. Cantidad y frecuencia de la generación de residuos
4. Destino de los residuos

Parte II

Clasificación de residuos

1. Identificación y separación residuos que pueden ser tratados, reciclados o rehusados)
2. Identificar los residuos que requieren un manejo especial
3. Identificar los residuos que requieren recolección por empresas especializadas

Parte III

Tipos de contaminantes

1. Identificación los contaminantes que se pueden generar derivado de los residuos

2. Identificar qué tipo de contaminante y el tipo de ingreso al medio ambiente.
(Emisión o transferencia)
3. Definir si existe alguna Norma Oficial Mexicana aplicable a los contaminantes encontrados

Parte IV

Identificación de cuerpos de agua contaminados y tipo de contaminantes

1. identificar los cuerpos de agua contaminados
2. caracterización de cuerpos de agua
3. Tipos de contaminantes y concentraciones.
4. Estudios de impacto ambiental
5. Investigaciones y efectos reportados.
6. Localización geográfica y tipo de muestra.

Parte V

Plantas de tratamiento de aguas residuales

1. Identificación de procesos en plantas de tratamiento y tipo de contaminantes eliminados
 - Plantas de tratamiento de aguas residuales y cuerpos de agua tratados.
2. Caracterización antes y después de los procesos en plantas de tratamiento y definición de los parámetros en cumplimiento.
3. Implementación de proyectos, dando oportunidad a consultorías.
4. Identificación de organismos reguladores del cumplimiento de la calidad de agua y de los parámetros que requieren regulación.

Parte VI

Evaluar la integración de la guía a los parámetros regulatorios

Identificar los apartados que conforman la guía y evaluar su cumplimiento de acuerdo con lo descrito en la guía para documentos normativos en México. Figura 7.

Secretaría de la Función Pública			
Cuestionario			
<i>Conteste antes de emitir un documento normativo.</i>			
<p>1. ¿Cuál es el propósito del documento que desea emitir?</p> <p>(Escoger UNA sola opción)</p> <p> Si requiere de información adicional para responder esta pregunta, consulte el Anexo "B" (Pág. 34)</p>	<p>Marque con una cruz.</p>	<p>a) Normar <input type="checkbox"/></p> <p>b) Instruir <input type="checkbox"/></p> <p>c) Facultar <input type="checkbox"/></p>	<p>d) Informar <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>e) Avisar <input type="checkbox"/></p> <p>f) Describir <input type="checkbox"/></p> <p>g) Registrar <input type="checkbox"/></p>
<p>2. Mencione la problemática que da origen a la emisión de su documento y el objetivo que perseguiría el mismo.</p>	<p>Problemática: <u>No existe regulación para contaminantes emergentes</u></p> <p>Objetivos del instrumento: <u>Dar a conocer los efectos nocivos al medio ambiente y a la salud humana por exposición a contaminantes emergentes</u></p>		
<p>3. ¿Existe algún documento normativo vigente que regule el mismo tema?</p> <p> Si requiere información adicional para responder esta pregunta, consulte el Anexo "B" (Pág. 34).</p>	<p>SI <input type="checkbox"/></p> <p>Pase a la pregunta 4</p>	<p>NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Pase a la pregunta 6</p>	
<p>4. Explique por qué es insuficiente.</p>			
<p>5. Si el documento que pretende emitir, regula el mismo tema que también rigen otros instrumentos vigentes, especifique entonces:</p>	<p>Su documento:</p> <p>a) ¿Abroga a otro? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>b) ¿Deroga disposiciones de otro? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>c) ¿Modifica otro? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>d) ¿Es nuevo? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Si contestó a, b ó c, especifique el nombre del(os) documento(s) y su fecha de emisión:</p>	
<p>6.- Cite los ordenamientos (incluyendo artículos, fracciones, incisos, apartados, según corresponda) que lo facultan para regular el tema que le interesa.</p>	<p>Con fundamento en _____ artículo (s) _____, fracción (es) _____, (incisos o apartados), emitido con fecha _____.</p>		<p>No existe ningún ordenamiento.</p> <p style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></p>
RESULTADOS			
El resultado del diagnóstico con base a sus respuestas, es:			
Preguntas	<p>Si su respuesta corresponde al CUADRO SOMBREADO, usted deberá emitir un DOCUMENTO NORMATIVO. Si su respuesta se ubica en el CUADRO NO SOMBREADO, usted deberá emitir un DOCUMENTO NO NORMATIVO.</p>		
1.			
2.	<p>La respuesta a esta pregunta le ayudará a clarificar la necesidad de emitir un nuevo documento así como para planificar el contenido del mismo.</p>		
3, 4 y 5.	<p>Las respuestas a las preguntas 3, 4 y 5 le ayudarán a decidir si es estrictamente necesario emitir un documento normativo nuevo o si en su caso, se requiere abrogar, derogar o modificar uno existente.</p>		
6.	<p>Si su respuesta corresponde al CUADRO SOMBREADO, usted tendrá certeza jurídica sobre sus facultades para emitir un documento normativo sobre el tema específico que tiene definido. Si se ubica en el CUADRO NO SOMBREADO, usted podría no tener facultades para emitir un documento normativo y podría incurrir en falta y/o responsabilidad administrativa.</p>		

Figura 7. Cuestionario para documentos normativos 1. Modificado de (36)

Para los contenidos digitales se consideró un tema general para obtener conocimientos básicos sobre el tema de normatividad ambiental para agua y residuos. Se busco una vinculación con una escuela preparatoria, se trabajaron dos grupos de estudiantes a los cuales se les brindo una plática en línea y como parte de la evaluación de conocimientos se solicitó respondieran la actividad previamente publicada en la plataforma educaplay.

En las siguientes capturas de pantalla se puede observar el proceso para responder la actividad, así como los resultados grupales.

En la imagen inicial se visualiza la actividad para los estudiantes, con el nombre “Comunicación ambiental”, en esta pantalla se muestran el nombre de la actividad y el tipo de actividad, así como una breve descripción del tema. Figura 8

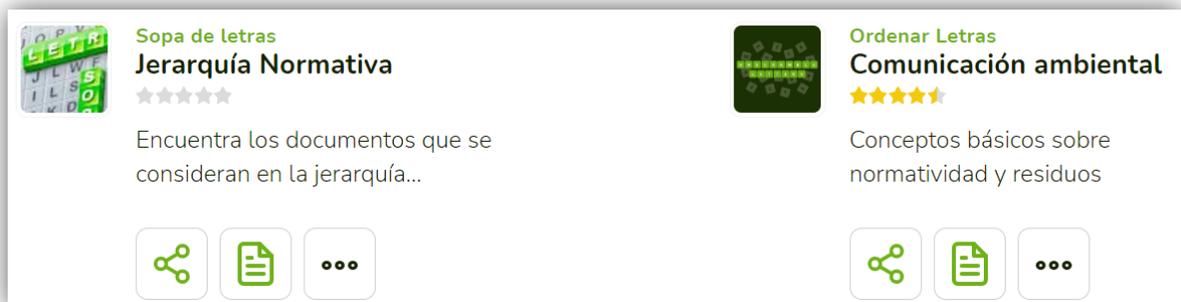


Figura 8. Pantalla 1. Fuente: Elaboración propia

Una vez creada la actividad podemos comenzar a ejecutarla, en la nueva ventana se observa el tipo de actividad y el nombre del usuario registrado. Figura 9



Figura 9. Pantalla 2. Fuente: Elaboración propia

Una vez iniciada la actividad, las preguntas comenzarán a aparecer. Se muestran dos ejemplos de preguntas sobre el tema. Figura 10 y Figura 11.

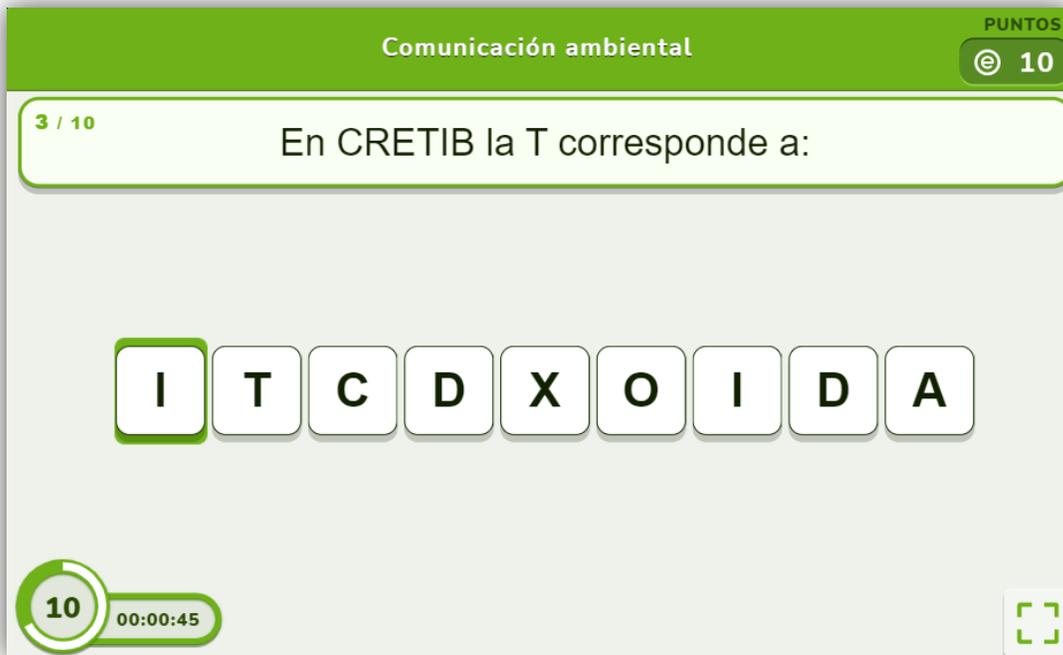


Figura 10. Pantalla 3. Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Pantalla 4. Fuente: Elaboración propia

Finalizada la actividad se muestra una pantalla indicativa con un logo de ganador una leyenda de ganador. Figura 12.

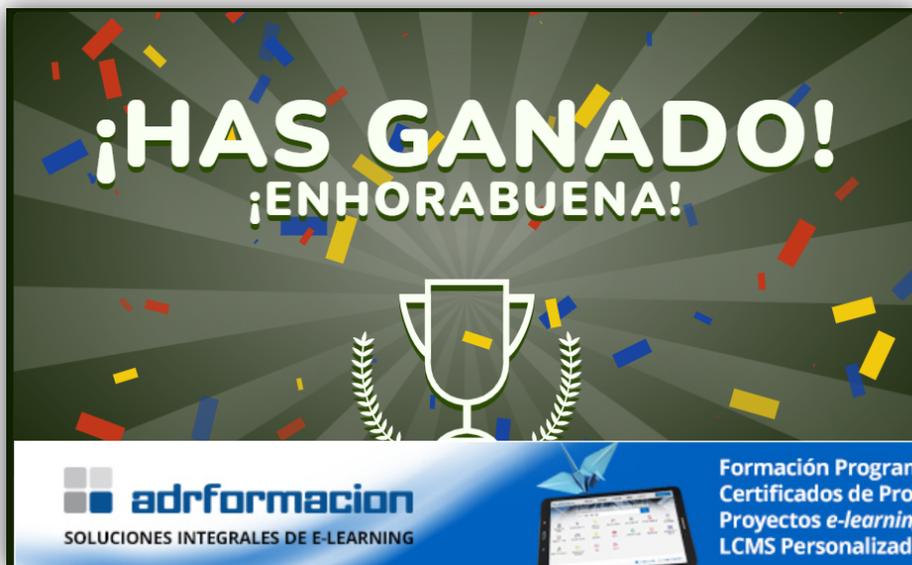


Figura 12. Pantalla 5. Fuente: Elaboración propia

Esta aplicación tiene la ventaja de permitir el registro de aciertos y registra el tiempo en que fue efectuada la actividad, además de mostrar los puntajes obtenidos al final de cada intento, el número de intentos se configura al crear la actividad dentro de la plataforma. Figura 13.

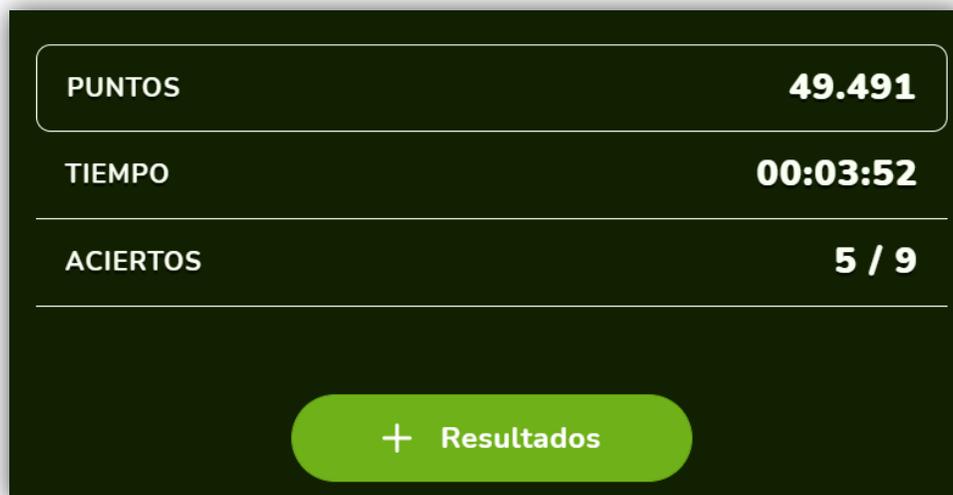


Figura 13. Pantalla 6. Fuente: Elaboración propia

Los creadores de las actividades pueden acceder a los resultados generales Figura 14.

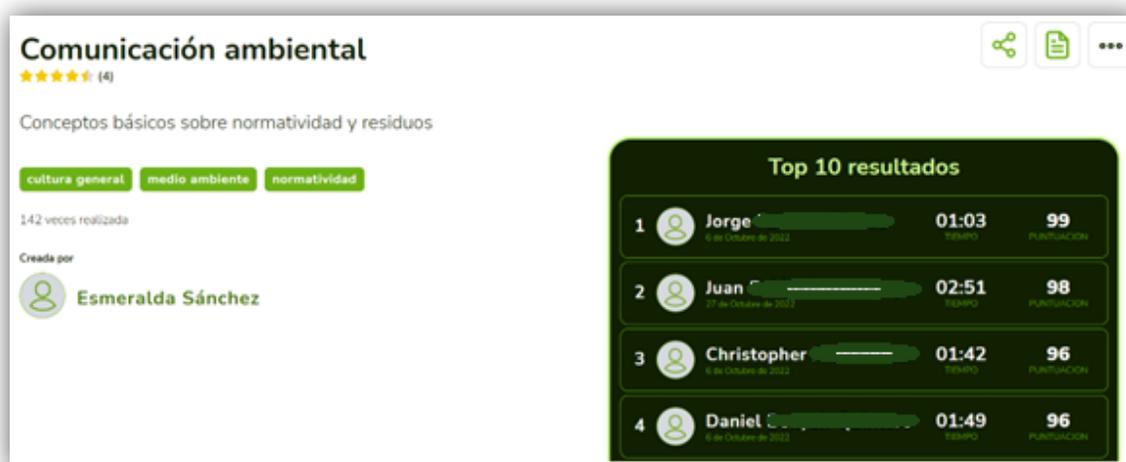


Figura 14. Pantalla 7. Fuente: Elaboración propia

Para la creación de estadísticas, tal como se observa en las siguientes pantallas. Figura 15 y Figura 16.



Figura 15. Pantalla 8. Fuente: Elaboración propia

Usuarios	Jugadas	Resultados			
		Primero	Media	Mejor	
Esmeralda Sánchez	1	49	49	49	+
Juan	1	98	98	98	+

Exportar a Excel

Figura 16. Pantalla 9. Fuente: Elaboración propia

En cuanto al desarrollo tecnológico se muestra un prototipo de la estructura para esta aplicación.

- Registro de usuario

En esta sección se colocan todos los datos de los usuarios que se van a registrar para usar la aplicación. Estos datos son: Nombre, Edad, Código postal, Estado y Colonia.

- Menú

La opción de menú permite visualizar todas las opciones que la aplicación contiene.

- Registro de residuos

En esta pantalla se despliegan las opciones de registro de los residuos generados, la primera opción es incluir los registros generados en el hogar y existe la opción de anotar si se generan residuos en otro lugar, por ejemplo: trabajo, escuela, entre otros.

Una vez seleccionado el lugar se despliegan otras opciones, con ellas se podrá realizar el registro de los residuos generados, la cantidad y la frecuencia.

- Mis insignias

Las insignias serán otorgadas al realizar registros continuos por semanas, días e incluso meses.

- Definiciones

En este apartado se enlistarán las definiciones que puedan servir de guía para el correcto registro de los desechos y para brindar información

importante a los usuarios que permita además desarrollar interés en temas ambientales.

- Preguntas frecuentes

En este bloque se registran las preguntas frecuentes que los usuarios podrían tener para facilitar el uso de la aplicación.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La intervención ambiental por parte del estado es indispensable en términos de creación de legislación, originado por la identificación de necesidades sociales y económicas, tal como lo menciona el concepto de economía circular, que refiere, sistema de producción, distribución y consumo de bienes y servicios, orientado al rediseño y reincorporación de productos y servicios para mantener en la economía el valor y vida útil de los productos, los materiales y los recursos asociados a ellos el mayor tiempo posible, y que se prevenga o minimizar la generación de residuos, reincorporándolos nuevamente en procesos productivos cíclicos o biológicos, además de fomentar cambios de hábitos de producción y de consumo. (43)

Las Normas Oficiales Mexicanas existentes no garantizan la calidad de agua para uso y consumo humano, pues se ha evidenciado que el incremento poblacional y el tema de la emergencia sanitaria por COVID 19 ha dejado grandes volúmenes de residuos y a pesar de contar con regulación que permita su correcta disposición, el desconocimiento por parte de la población y la falta de comunicación y trabajo en conjunto es alarmante, un caso concreto lo podemos observar en nuestro país, puntualmente en el Estado de México, derivado de la pandemia se emitió una Norma Emergente para residuos COVID 19, NTEAE-002-SEMAGEM-RS-2020 cuyo objetivo es establecer las especificaciones para el manejo de los residuos sanitarios y residuos COVID-19 generados en el Estado de México, en este caso

particular además de evidenciar la falta de conocimiento social respecto a la norma, se resalta el trabajo individualizado de cada estado, pues esta medida podría haber representado un gran paso para el manejo integral de residuos a nivel nacional.

Los estudios realizados en diferentes cuerpos de agua han permitido identificar la presencia de una gran cantidad de contaminantes y a pesar de tener normas que regulan la calidad de agua para uso y consumo humano, resulta insuficiente en términos de seguridad. Los contaminantes que se encuentran dentro de las normas y que están sometidos a regulación, por ejemplo algunos compuestos descritos en las NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997, se centran en grasa y aceites, sólidos sedimentables y suspendidos, algunos metales como arsénico, cadmio, plomo, cobre, níquel, plaguicidas y algunos otros compuestos, representan un porcentaje mínimo comparado con los contaminantes reportados después de la caracterización de muestras obtenidas de cuerpos de agua.

Los requerimientos van cambiando conforme avanza el tiempo, sin embargo, se han detectado rezagos en las revisiones de normas, como es el caso de las NOM aplicables al recurso hídrico, cuyas fechas datan desde 1996 hasta 2003, y solo para la NOM-001-SEMARNAT-1996 se cuenta con una actualización que esta por publicarse en este año 2022, Este lapso de tiempo entre la emisión de normas y su ejecución actual limita la regulación para diversos contaminantes, que si bien, no eran considerados como peligrosos o dañinos, los resultados obtenidos de estudios de investigación recientes, reportan efectos sobre el medio ambiente y la salud humana incluso a bajas concentraciones, mejor conocidos como contaminantes emergentes.

Estudios sobre los efectos causados por contaminantes emergentes son cada vez más frecuentes, pues su conocimiento se considera como una parte fundamental

para la preservación del medio ambiente y la salud humana, de ahí la importancia de establecer regulaciones que permitan su control, manejo y correcta disposición, además de conformar grupos de trabajo complementarios que generen estrategias orientadas a mantener la calidad de agua y el conocimiento por parte de la población.

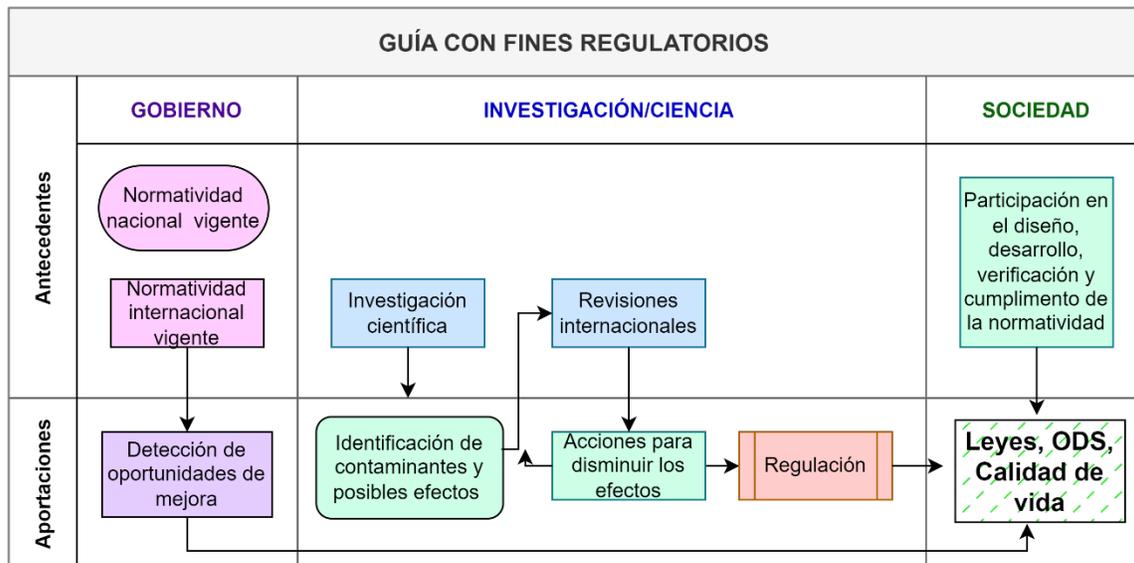
Las herramientas didácticas, programas educativos y demás instrumentos son sumamente eficaces para permitir a la sociedad el acceso a la información, de manera que se generen cambios por iniciativas sociales con el apoyo del gobierno, o viceversa. La participación de los sectores socioeconómicos en conjunto facilita la toma de decisiones, el establecimiento de actividades de implementación y verificación, y tiene como consecuencia cambios evidentes en favor del medio ambiente, todo lo anterior, direcciona de manera directa al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

9. CONCLUSIONES

La creación de herramientas digitales y físicas con fundamento científico y accesibles para la sociedad facilitará al gobierno el desarrollo, implementación, cumplimiento y verificación de estrategias en favor de la preservación del medio ambiente y la salud humana.

El uso de aplicaciones, guías, capacitaciones, juegos y otras actividades que fomenten el conocimiento de la sociedad sobre temas ambientales permitirá la participación activa de todos los sectores en los temas ambientales de mayor relevancia actual.

10. PERSPECTIVAS



El análisis de los antecedentes legislativos aunado a las aportaciones actuales y apoyado por los resultados de la investigación científica, permitirán sentar las bases para la creación de regulación ambiental y la participación de la sociedad en conjunto favorecerá el cumplimiento de las leyes y tratados internacionales en pro de mejorar la calidad de vida y preservar el medio ambiente.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Water Assessment Programme (WWAP). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2019;215.
2. Oficial D, Okdiario, Gómez-Gutiérrez A, Miralles MJ, Corbella I, García S, et al. 11/5/2019 DOF - Diario Oficial de la Federación. Gac Sanit. 2016 Mar 1;30:63–8.
3. [Http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf). Estadísticas de agua en México. Vol. 66, 2018. 2012. p. 37–9.
4. Oficial D. 11/5/2019 DOF - Diario Oficial de la Federación. 2019;
5. CONAGUA. Estadísticas del Agua en México. 2019.
6. FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO y TECNOLÓGICO AC, CONACYT, IMTA C. Programa Especial De Ciencia Y Tecnología. 2012;1–51.
7. Comisión Nacional del Agua. Agenda del Agua 2030 Agenda del Agua 2030. 2011;70.
8. Naciones Unidas. ODS Objetivo 6. 2022.
9. Janet Gil M, María Soto A, Iván Usma J, Darío Gutiérrez O. Emerging contaminants in waters: effects and possible treatments Contaminantes emergentes em águas, efeitos e possíveis tratamentos. Vol. 7. 2012.
10. GRAY, ‡ E L E N S L, W O O D L I N G , † A N D D A V N D. Reproductive Disruption in Fish Downstream from an Estrogenic Wastewater Effluent.
11. López de Alda MJ, Barceló D. Determination of steroid sex hormones and related synthetic compounds considered as endocrine disrupters in water by fully automated on-line solid-phase extraction-liquid chromatography-diode array detection. J Chromatogr A. 2001 Mar 16;911(2):203–10.
12. En M, Elías IJ, Bravo B. Contaminantes emergentes en el agua. 2009;
13. Patrolecco L, Capri S, Ademollo N. Occurrence of selected pharmaceuticals in the principal sewage treatment plants in Rome (Italy) and in the receiving surface waters. Environmental Science and Pollution Research. 2015;22(8):5864–76.

14. Calderón-Preciado D, Matamoros V, Bayona JM. Occurrence and potential crop uptake of emerging contaminants and related compounds in an agricultural irrigation network. *Science of the Total Environment*. 2011 Dec 15;412–413:14–9.
15. Pennington MJ, Rothman JA, Jones MB, McFrederick QS, Gan J, Trumble JT. Effects of contaminants of emerging concern on *Myzus persicae* (Sulzer, Hemiptera: Aphididae) biology and on their host plant, *Capsicum annuum*. *Environ Monit Assess*. 2018 Mar 1;190(3).
16. Sophia A. C, Lima EC. Removal of emerging contaminants from the environment by adsorption. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2018 Apr 15;150:1–17.
17. Vallejo-Rodríguez M, Tovar M, Mena H, Noreña S, López L. *Tecnología y Ciencias del Agua*.
18. Geissen V, Mol H, Klumpp E, Umlauf G, Nadal M, van der Ploeg M, et al. Emerging pollutants in the environment: A challenge for water resource management. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015 Mar 1;3(1):57–65.
19. Gros M, Petrović M, Ginebreda A, Barceló D. Removal of pharmaceuticals during wastewater treatment and environmental risk assessment using hazard indexes. *Environ Int*. 2010;36(1):15–26.
20. Kolpin DW, Furlong ET, Meyer MT, Thurman EM, Zaugg SD, Barber LB, et al. Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: A national reconnaissance. *Environ Sci Technol*. 2002 Mar 15;36(6):1202–11.
21. Al oroπεζa jimenez. Disruptores endocrinos en el medio ambiente: caso del 17- β -etinil-estradiol | Observatorio Medioambiental [Internet]. [cited 2019 Nov 10]. Available from: <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0808110063A>
22. Morejón AF, Pérez C, Luna B, Fonseca M. Impacto de los disruptores endocrinos en la salud y el medio ambiente. Vol. 36, *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. 2005.
23. Kirby MF, Allen YT, Dyer RA, Feist SW, Katsiadaki I, Matthiessen P, et al. Surveys of plasma vitellogenin and intersex in male flounder (*Platichthys flesus*) as measures of endocrine disruption by estrogenic contamination in United Kingdom estuaries: Temporal trends, 1996 to 2001. *Environ Toxicol Chem*. 2004 Mar;23(3):748–58.

24. Científico-técnico Seguimiento De La Política De Aguas P DE, Damià Barceló L, José López de Alda M. Fundación Nueva Cultura del Agua Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes.
25. Patiño Y, Díaz E, Ordóñez S, Oviedo U De, Ingeniería D De, Ambiente M. Microcontaminantes Emergentes En Aguas Tipos Y Sistemas De Tratamiento. Avances en Ciencias e Ingeniería. 2014;5(2):1–20.
26. Galvín RM. Contaminación emergente.
27. Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. 2022.
28. CEPAL. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe [Internet]. 2030. Available from: www.cepal.org/es/suscripciones
29. Naciones Unidas. Asamblea General Foro Político de alto nivel sobre el Desarrollo Sostenible. 2019.
30. Naciones Unidas. ODS Objetivo 12. 2022.
31. NOM. Normas Oficiales Mexicanas. 2019. p. 1–8.
32. Caviedes, Diego., Delgado D. Normatividad ambiental dirigida a regular la presencia de los productos farmacéuticos residuales en ambientes acuáticos* Environmental normativity to regulate the presence of residual pharmaceutical products in aquatic environments. Revista Jurídica. 2017;16(1):121–30.
33. Nacionales A, Estado E. Constitución Política Legislación secundaria. 2019;9–12.
34. Gaceta Oficial del Distrito Federal. NADF-024-AMBT-2013. 2013.
35. Secretaria del Medio Ambiente. Residuos Sólidos. 2022.
36. Secretaría de la Función Pública. Guía para emisión de documentos normativos. 2011.
37. -Gómez G, Gortáres-Moroyoqui P, Drogui P. Contaminantes emergentes: efectos y tratamientos de remoción Emerging contaminants: effects and removal treatments.
38. Vista de Contaminantes Emergentes en Aguas: Metabolitos de Fármacos. Una Revisión.
39. Peña Alvarez Araceli, Castillo Alanis Alejandra. Identificación y cuantificación de contaminantes emergentes en aguas residuales por microextracción en fase sólida-cromatografía de gases-espectrometría

de masas (MEFS-CG-EM) [Internet]. [cited 2019 Nov 8]. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-888X2015000100003&lng=es&nrm=iso

40. Gómez-Gutiérrez A, Miralles MJ, Corbella I, García S, Navarro S, Llebaria X. La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gac Sanit.* 2016;30:63–8.
41. Okdiario. ¿Cuánta agua hay en el planeta tierra? *Okdiario.* 2017;1–16.
42. Educaplay. 2022.
43. Cámara de Senadores. *Ley General de Economía Circular.* 2021.

12. ANEXOS

12.1 Artículo publicado

Systematic Review

Open Access



Environmental laws and politics, the relevance of implementing regulation of the presence of emerging pollutants in Mexico: a systematic review

Esmeralda Michelle Sánchez-Ocampo¹, Ana María Téllez-López¹, Hariz Islas-Flores¹, Leobardo Manuel Gómez-Oliván²

¹Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Colón intersección Paseo Tolloca, Colonia Residencial Colón, Toluca, Estado de México, CP 50120, México.

²Paseo Colón intersección Paseo Tolloca, Colonia Residencial Colón, Toluca, Estado de México, CP 50120, México.

Correspondence to: Dr. Leobardo Manuel Gómez Oliván, Paseo Colón intersección Paseo Tolloca, Colonia Residencial Colón, Toluca, Estado de México, CP 50120, México. E-mail: lmgomezo@uaemex.mx; lgolivan74@gmail.com

How to cite this article: Sánchez-Ocampo EM, Téllez-López AM, Islas-Flores H, Gómez-Oliván LM. Environmental laws and politics, the relevance of implementing regulation of the presence of emerging pollutants in Mexico: a systematic review. *Water Emerg Contam Nanoplastics* 2022;1:6. <https://dx.doi.org/10.20517/wecn.2021.04>

Received: 18 Dec 2021 **First Decision:** 25 Jan 2022 **Revised:** 9 Feb 2022 **Accepted:** 22 Feb 2022 **Published:** 11 Mar 2022

Academic Editor: Antonio Ginebreda **Copy Editor:** Xi-Jun Chen **Production Editor:** Xi-Jun Chen

Abstract

Aim: To carry out a systematic review of the environmental regulation applicable to emerging pollutants at the international level, with a special interest in Mexico.

Methods: The search for articles and documents was carried out under the criteria of the PRISMA statement (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis), in databases such as Pub-Med, Scopus, Science Direct, Jane's, Dimensions, Google Scholar, as well as the Comprehensive System of Standards and Evaluation of the Ministry of the Interior of Mexico.

Results: 3089 documents were reviewed, and considering the inclusion, exclusion, and quality criteria, 2 tables were constructed, the first with 24 scientific articles and the second with 7 Mexican standards.

Conclusion: The regulation of emerging pollutants is a critical issue that must involve all sectors (for example, political, economic, social, and environmental). For this, it is necessary to coordinate the government, society and consider the experiences of other countries for its implementation. It was also identified that the issues of access to



© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, for any purpose, even commercially, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.



www.oaepublish.com/wecn

INTRODUCCIÓN A LA NORMATIVIDAD MEXICANA APLICABLE A MEDICAMENTOS.

Esmeralda Michelle Sánchez Ocampo*, Leobardo Manuel Gómez Oliván, Hariz Islas
Flores, Alejandro Mejía García

Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Química, Universidad Autónoma del
Estado de México. Paseo Colón intersección Paseo Tolloca s/n. Col. Residencial Colón.
CP. 50120, Toluca, Estado de México, México.

*Autor de correspondencia: ems4nchezo@gmail.com

RESUMEN

En México como en el resto de los países del mundo se diseñan normas para garantizar el correcto desempeño de actividades, la convivencia y en general una mejor calidad de vida para los habitantes. En México, el gobierno es el responsable de facilitar el acceso a la normatividad a través de los diferentes organismos que lo conforman: federales, estatales y municipales. Estos organismos y sus dependencias permiten el acceso a todos los documentos normativos tanto vigentes como derogados y es responsabilidad de los ciudadanos informarse sobre lo contenido en ellos, para conocer los derechos y obligaciones correspondientes. Uno de los principales problemas a los que nos enfrentamos es la búsqueda de información específica pero sobretodo actualizada. Como principio fundamental debemos conocer la estructura organizacional y jerárquica de nuestra normatividad, así como los objetivos y alcances aplicables en la vida cotidiana y mantener el bienestar integral. Como farmacéuticos debemos tener una noción de la normatividad aplicable en todos los ámbitos en los que podemos desarrollarnos, pero especialmente en lo referente a medicamentos. Por lo anterior, el presente documento tiene como finalidad concentrar la información de los sitios de acceso y su contenido principal facilitando la identificación de la normatividad vigente.

Palabras clave: Normatividad, México, NOM, NMX, Legislación

12.3 Guía con fines regulatorios para contaminantes emergentes



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



FACULTAD DE QUÍMICA

**GUÍA CON FINES REGULATORIOS PARA LA GESTIÓN DE CONTAMINANTES
EMERGENTES**

**Derivada del proyecto de Doctorado “Diseño de una guía con fines
regulatorios para la gestión de riesgos a la salud derivados de la exposición
a contaminantes emergentes”**

DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA FARMACÉUTICAS

MCyTF Esmeralda Michelle Sánchez Ocampo

ASESOR ACADEMICO

Dr. Leobardo Manuel Gómez Olivan

ASESORES ADJUNTOS

Dra. Hariz Islas Flores

Dr. Alejandro Mejía García

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 2022

**12.4 Prototipo para Desarrollo tecnológico. Modelo propuesto
aplicación para equipo telefónico móvil (Celulares)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



**PROTOTIPO PARA DESARROLLO TECNOLÓGICO
MODELO PROPUESTO; APLICACIÓN PARA EQUIPO TELEFÓNICO MÓVIL
(CELULARES)**

DOCTORADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA FARMACÉUTICAS

MCyTF Esmeralda Michelle Sánchez Ocampo

ASESOR ACADEMICO

Dr. Leobardo Manuel Gómez Olivan

ASESORES ADJUNTOS

Dra. Hariz Islas Flores

Dr. Alejandro Mejía García

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO 2022