

# El nexo en una economía circular, una aproximación teórica- metodológica

Juana Isabel Vera López<sup>1</sup>

Salvador Corrales Corrales<sup>2</sup>

## Resumen

El agua es un elemento natural que se encuentra en todas partes y no puede faltar en las actividades cotidianas del ser humano. En mayor o menor medida, el agua es el eje que garantiza la sobrevivencia de todos los ecosistemas, inclusive existe en los desiertos y por su escasez, cada litro vale oro para los seres vivos que los habitan.

En la economía circular, cuyo fundamento es el aprovechamiento de los residuos que los reincorpora a la circulación de mercancías, el agua juega un papel muy importante para las empresas que operan bajo este esquema. Se ha acuñado el concepto de Nexo para explicar sus funciones y la conectividad de todo tipo de actividades económicas, sociales y ambientales generadas por los humanos.

En un país semidesértico la función de Nexo en el resto de las actividades económicas, sociales y ambientales coloca a los escasos recursos hídricos en una encrucijada; mientras más agua necesiten las actividades agrícolas, industriales, urbanas, y otras, mayor será el derroche y encarecerán el abasto a las empresas de economía circular.

Especialistas sobre usos del agua encuentran un Nexo muy fuerte entre agua, la producción de alimentos y la energía. Sin agua no hay producción de alimentos: granos, verduras, hortalizas y carne, etc. para lo cual se requiere energía para cultivar la tierra; una vez concluido el ciclo y pasar al reciclaje se necesitará agua para transformarlos en otros productos, que requerirán de energía, etc.

Para contextualizar este proceso, realizaremos una revisión de los marcos internacionales a través de los cuales se plantea el enfoque del Nexo agua-energía-alimentos. Iniciaremos con la Asamblea Anual del Foro Económico Mundial de 2008, donde surge este concepto, cuyo fin fue priorizar el cuidado del recurso agua debido a que está vinculada con el crecimiento económico de los países. Posteriormente, en 2011, se llevó a cabo la Conferencia sobre el Nexo entre Agua, Energía, Seguridad Alimentaria "Soluciones para la Economía Verde". También en esta revisión consideraremos el Pacto Internacional de Derechos Humanos, Sociales y Culturales; la Convención Americana sobre Derechos Humanos y el Protocolo de San Salvador.

Finalmente, elaboraremos un análisis sobre cómo se integra este Nexo agua-energía alimentos con los sistemas urbanos, partiendo de la consideración de que los países tienen que transitar hacia mejores prácticas ambientalmente sostenibles, lo cual gira en torno al marco de la Agenda 2030. Experiencias importantes son los fondos de agua, donde México

---

<sup>1</sup> Doctora en Ciencia Política y Administración Pública, El Colegio de la Frontera Norte, Dirección Regional Mexicali, Email: jvera@colef.mx

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias Sociales, El Colegio de la Frontera Norte, Dirección Regional Monterrey, Email: corrales@colef.mx

tiene conformados dos, uno en Monterrey y otro en Ciudad de México. Estas acciones permiten generar un equilibrio entre las acciones humanas con relación al uso y preservación de los recursos naturales, en especial, el agua.

**Palabras clave:** agua, Nexo, economía circular.

## 1. Introducción

En este artículo se analiza el concepto Nexo en una **Economía Circular**, cuyo origen es la relación que guardan el agua, la producción de alimentos y la energía. La necesidad de recuperar, reciclar y reintroducir los residuos al proceso de producción, sin degradar el valor de los productos para una economía de mercado, ha atraído la atención de economistas, empresarios y políticos que administran las instituciones de fomento económico.

Introducir el concepto Nexo tiene como fundamento destacar la importancia del agua, una variable explicativa del Nexo que identifica y regula los elementos que hacen posible su uso más adecuado en una economía circular. Los elementos que conforman el Nexo, más allá de sus variables agua, energía y alimentos, hacen posible la administración de los procesos de producción en una economía circular. ¿Por qué esta relación funcional?, porque los recursos limitados determinan la economía circular, donde el agua es una de ellas, e interviene en todos los procesos productivos.

El análisis del Nexo en una economía circular hace posible construir el andamiaje metodológico para entender ambos conceptos, en vista de que en una economía circular para cada ciclo de su producción requiere procesos de planeación, de administración de los procesos, infraestructura y capacidad financiera para alcanzar los objetivos del desarrollo. Además de los avances tecnológicos necesarios para reprocesar los residuos, los elementos que conforman el Nexo deben ser balanceados en la toma de decisiones para invertir.

La generación de energía eléctrica mediante las corrientes de los ríos a través de turbinas generadoras de electricidad ejemplifica el Nexo del agua con la energía; en México, sin embargo, apenas representa el 15% del total de energía generada. El uso intensivo del agua en la planta nuclear de Pajaritos en Veracruz es también un ejemplo del Nexo con la generación de electricidad.

La acuñación de este concepto para explicar las funciones del agua en diversas actividades económicas y sociales contribuye a la planeación estratégica por los administradores del agua, los agentes económicos y sociales demandantes del recurso escaso. En la economía circular servirá para definir qué productos conviene tratarlos con aguas recicladas, agua purificada y definitivamente, desechar esos productos que representan un alto costo por contaminación.

Como se aprecia por las notas previas, el objetivo de este documento es avanzar en la discusión teórica-metodológica del concepto Nexo en una economía circular donde el agua es un producto irremplazable y escaso. Avanzaremos más allá de la relación entre agua, energía y alimentos que se han investigado ampliamente; veremos qué tipo de actividad económica es sustentable al consumo del agua donde el Nexo contribuye el éxito empresarial de las empresas en una economía circular.

Como una aproximación metodológica, el concepto Nexo fue extendido para explicar la relación que guardan el agua, la energía y la industria, en el entendido de que mantienen una relación de suma importancia para el buen desempeño de la actividad económica; más aún cuando el agua hace las veces de materia prima para las empresas productoras de bebidas<sup>3</sup>. En esa misma dirección de hechos, también hay nexo entre agua, energía y desarrollo urbano, dadas las funciones explícitas de estas variables en el desempeño de los centros urbanos. Quién podría contradecir el hecho de que ciudades sin agua y energía no pueden sobrevivir porque satisfacen necesidades de consumo humano, para el cuidado de los parques, centros comerciales y toda la vegetación que otorgan confort a sus habitantes.

Se incluye un análisis de las instituciones para dar soporte a los objetivos del desarrollo sostenible, donde el Nexo y la economía circular son subsidiarias porque garantizan la sobrevivencia de la naturaleza al empuje del crecimiento de la población y sus necesidades de alimentación, confort y felicidad. Satisfacer todas esas necesidades en el largo plazo cada vez se hará más difícil. En vista de esta dificultad, se formuló el paradigma de la economía circular y se acuñó el concepto de nexo para regular las conexiones entre las principales variables de la actividad económica. El artículo se compone de tres apartados básicos, el análisis teórico de inserción del concepto Nexo en la economía circular, el segundo, el marco institucional que regula todos estos procesos y el tercero, un análisis del Nexo para los centros urbanos.

## **2. Concepto Nexo en una economía circular.**

Las actividades económicas cuyas fuentes de suministro provienen 100% de los recursos naturales, se caracterizan por una función lineal en los procesos de producción, es decir, se obtienen las materias primas, se industrializan, consumen y desechan. De continuar con esta trayectoria llegará el momento que no habrá recursos naturales suficientes para sostener el crecimiento económico y atender las necesidades de la humanidad. “Cada año, se calcula que un tercio de todos los alimentos producidos, equivalentes a 1.300 millones de toneladas por valor de alrededor de 1.000 millones de dólares, termina pudriéndose en los contenedores de los consumidores y minoristas, o se estropea debido a malas prácticas del transporte y la cosecha” (De la Cuesta González, 2020, p. 4)

Por lo anterior, ha surgido la necesidad de enfocar la actividad económica en términos de una economía circular, es decir, regresar después de concluir el primer ciclo productivo, los residuos para reprocesarlos sin que pierdan su calidad entre los consumidores de todos los tamaños, latitudes y hábitos de consumo. Parece fácil el reto, pero median posturas culturales, capacidades tecnológicas y decisiones políticas para reconfigurar la economía en estos términos. El enfoque de la economía neoclásica para producir con rendimientos a escala (Krugman, 1989) coloca serios obstáculos para el éxito de la economía circular.

En efecto, los recursos naturales son limitados, no renovables y concentrados en unas regiones más que en otras, dando pie a una distribución desigual de la riqueza y propiciando conflictos por su comercialización. En una economía circular, cuyo objetivo consiste en

---

<sup>3</sup> Aun cuando la producción de bebidas pertenece a la industria alimenticia, para efectos de medir el consumo de agua se analiza por separado de la producción de granos, hortalizas, frutas y otros productos procesados de la agroindustria.

recuperar los residuos donde algunos son más abundantes que otros; se pueden reciclar al 100%, otros en menor porcentaje y dependiendo del peligro que representen para el ser humano, no podrán reincorporarse al proceso de producción, aquellos como son los desechos radiactivos.

Tanto en la economía tradicional que funciona con cadenas productivas que conectan los procesos de producción, el agua, la energía y los alimentos se encuentran presentes, sin los cuales no hay proceso productivo viable y rentable. Se ha acuñado el concepto Nexo para explicar el funcionamiento de estas tres variables que nos trae a la memoria el concepto de cadena productiva para explicar su desempeño en la industria. Al igual que el de cadena, donde son muy importantes los elementos que la condicionan: la tecnología, la organización empresarial, la confianza, etc., en el Nexo se conforman elementos<sup>4</sup> que determinan el grado de conectividad entre las distintas actividades económicas y sociales.

El Nexo por el consumo de agua, energía y alimentos en una economía circular explica todos los elementos que determinan su uso en las diferentes actividades económicas. El Nexo condiciona el uso del agua para el reciclaje de determinados desechos industriales, actividades agrícolas, etc. Más particularmente, los elementos del Nexo de cada actividad económica donde el agua es de vital importancia al reincorporar los residuos industriales en una economía circular.

Mucha de la literatura sobre este concepto se ha centrado en el estudio del agua, la energía y la producción de alimentos, en vista de su fuerte relación entre las tres variables para la formulación de políticas de desarrollo en diferentes partes del mundo. En 2008, la asamblea del Foro Económico Mundial enfatizó la necesidad de desarrollar una mejor comprensión del agua en el crecimiento económico, al destacar la importancia en todas las actividades económicas y el desafío que representa para la seguridad alimentaria un enfoque comercial de los recursos hídricos (Embid y Martín, 2017).

Así trazada la importancia del agua para las actividades económicas y en vista de su fuerte relación con la producción de alimentos y la generación de electricidad a través de las plantas hidroeléctricas, el concepto Nexo adquiere mucha importancia para identificar las relaciones entre estas variables, donde el agua juega un papel central junto con la producción de energía. En efecto, de acuerdo con Embid y Martín (2017, p. 9) el papel central del agua para la acuñación del Nexo se basa en el reconocimiento de que el agua “al contrario de la energía...no tiene sustitutos o alternativas”, por lo que el agua está en el “corazón de las cuestiones sociales, económicas y políticas “con la agricultura, energía, ciudades, comercio, finanzas, seguridad nacional y los medios de vida humanos” (Miralles-Wilhelm, 2014).

La importancia económica en todo tipo de actividades, hacen del agua la variable fundamental entre energía y producción de alimentos; pero también para otras actividades económicas dado que no tiene sustitutos y sirve de materia prima para generar calor, para enfriar, mover turbinas, para limpieza, regar tierras, consumo humano y otros tantos usos. No obstante, el agua no es el Nexo en sí, es uno de los principales ejes que articulan todos los

---

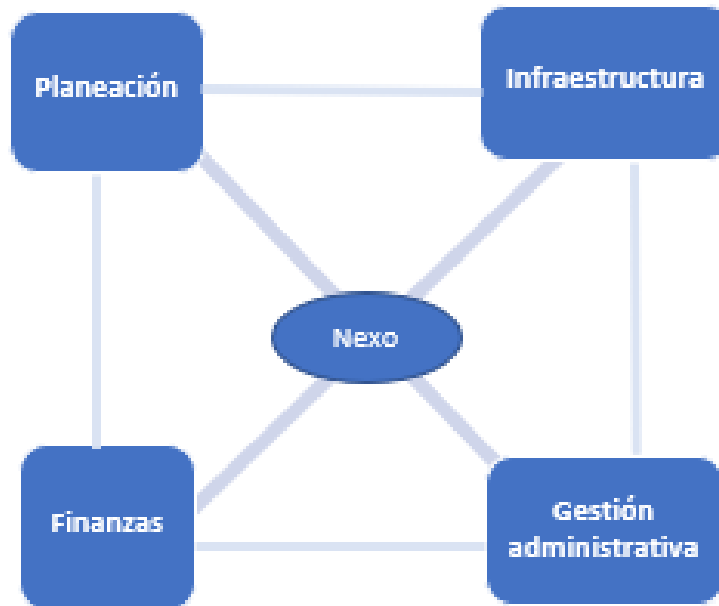
<sup>4</sup> Para Antonio Embid y Martín (2017, p. 9), “es necesario enfatizar un elemento que debe ser considerado en todo análisis en torno al Nexo: las financieras, cuestiones en general, y específicamente, el nivel de partida de la economía en el momento que se toma como referencia”.

procesos de producción que conforman el Nexo, el otro es la energía porque sin ella nada funciona, nada se mueve.

Proponemos como elementos metodológicos para entender el concepto Nexo los siguientes: planeación, infraestructura, capacidad financiera y gestión administrativa que se requieren en todo tipo de actividades económicas, sociales y ambientales. Estos cuatro elementos dan vida al Nexo y son la fuerza decisiva para determinar cuándo una actividad económica es rentable y cuando resultará un desastre. 1. En la planeación se suscriben las potencialidades de los proyectos, que incluye el impacto ambiental, 2. La infraestructura que, aunque forma parte de los procesos de planeación del largo plazo, particularmente para obras de ingeniería de gran calado, adquiere su autonomía por irrumpir en diversos periodos en las políticas de planeación, 3. La capacidad financiera definirá el tamaño de la obra, así como los rendimientos que generará en el corto y largo plazo y 4. La capacidad de gestión de las empresas y las instituciones administradoras del agua tienen que compaginarse para alcanzar un uso más balanceado del agua.

Como puede apreciarse, los cuatro elementos que formatean el Nexo están presentes en todas las actividades económicas y sociales. Recuérdese que no todos son hechos al azar en nuestras sociedades, a pesar del énfasis en el *dejar hacer* y *dejar pasar* que caracteriza al capitalismo moderno, hay procesos de planeación de corto y largo plazo, infraestructuras necesarias para operar las empresas, recursos financieros para cubrir costos, pero también, demandan una tasa de ganancia que garantiza la rentabilidad de la producción y la administración de todos esos procesos son inevitables para fijar un rumbo a los procesos, tanto por la escasez como por la seguridad, particularmente por el consumo de agua.

Gráfica 1. Los cuatro elementos del Nexo.



Fuente: Elaboración propia.

Los cuatro elementos pueden descomponerse en muchos otros, eso dependerá de las actividades económicas que se exploten para alcanzar el desarrollo y que exijan mayor descomposición en los procesos necesarios para operar los proyectos, cuya naturaleza fijará los criterios para su éxito en una economía circular. El Nexo y una economía circular se encuentran estrechamente interconectados (Del Borghi, et al 2019, 24) para explotar correctamente los recursos escasos, los residuos y el agua que cada vez es menos en comparación con el crecimiento de la población; no hay que olvidar que el agua es un recurso limitado; aunque se pueden desalinizar el agua de mar, no son aptas para los cultivos y muchas actividades industriales, tal como producir bebidas.

En Nexo (*Nexus Approach*) en la literatura explica la capacidad de articulación entre diferentes procesos productivos, sociales y ambientales, pero no son los propios procesos definidos por variables que se engarzan mediante el Nexo a través de sus elementos y fuerzas de conducción del desarrollo. El Nexo agua-energía-alimentos es la expresión más sólida de las tres variables; sin embargo, puede identificarse nexo entre agua-energía-industria, particularmente para la fabricación de productos cuyos componentes demandan mucha agua, como todo tipo de bebidas carbonatadas.

Después de la agricultura, la industria es la segunda consumidora más importante de agua y es la que genera mayores residuos al final del ciclo de vida de las manufacturas, para las cuales se necesitará agua para mantener el ciclo espiral productivo. Una economía circular que reincorporará materiales residuales necesitará una cantidad de agua necesaria para el saneamiento de los desechos, que implica un mayor cuidado de las reservas de agua. Dependiendo de las características del residuo, su grado de descomposición, contaminación y valor de mercado, requerirá más o menos agua, o bien, dependiendo de las reservas de agua, no se aceptarán reprocesarlos; esta afirmación entra en contradicción con el paradigma de la economía circular, que tendrá que resolver el Nexo.

En el Nexo, como variable de engarce en una economía circular, juega un papel muy importante el agua ya que se utiliza en todas las actividades del ser humano<sup>5</sup>. Al generalizar este concepto para diferentes actividades económicas, ambientales y sociales se podría confundir al agua con las funciones del Nexo, pero en esencia, el Nexo lo conforman actividades conscientes del ser humano que hacen la mejor combinación de los recursos a través de las técnicas de planeación, con lo mejor de la infraestructura, su capacidad financiera y de organización para orientar correctamente los procesos. En una economía circular que rescata los residuos para reingresarlos al ciclo productivo, el Nexo define sus limitantes y alcances en el proceso productivo.

El Nexo entre agua, energía y alimentos condiciona el suministro de agua, energía y garantizan la producción de alimentos. Con el crecimiento de la población, será relevante hacer producir más la tierra con granos, hortalizas y frutas, se creará ganado y se explotarán granjas piscícolas, etc., donde el consumo de agua irá en ascenso junto con la energía. El agua,

---

<sup>5</sup> "With 70% of the expected global population of 9.2 billion people living in cities by 2050 and with economic growth continuing on current paths, demands for water, energy and food will increase exponentially; there are projections of a 70% increase in agricultural demand by 2050 and energy demand increase of 40% by 2030. Water demand projections to satisfy agriculture and energy production are a similar order of magnitude" (German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 2011, P.2)

la energía y la industria también poseen un Nexo muy fuerte para una diversidad de actividades, donde la producción de bebidas carbonatadas deberá ser garantizada a través del suministro de agua, cuyo éxito dependerá de la capacidad financiera, de gestión administrativa, la infraestructura y la planeación para alcanzar los objetivos de las empresas fabricantes.

En una economía circular donde nada se desperdicia, el Nexo entre todas las actividades económicas y sociales establecerá las pautas del cuidado ambiental mediante un uso más racional del agua en sus procesos de producción; por alguna razón toda actividad es causa o efecto de otras donde el Nexo determina qué materiales van a reprocesarse a una escala de valor mayor que otros. Mientras se logren los mismos niveles de calidad en las diferentes etapas de producción de los residuos con menor consumo de agua y energía, se alcanzará el punto óptimo en la economía circular.

El Nexo, aunque aparenta una función pasiva, es condicionante del éxito en una economía circular porque cuida todos los materiales que se reincorporan a la producción. En esa interacción circular piramidal de la producción, el agua, la energía y los alimentos son fundamentales porque dan soporte al resto de las actividades económicas, sociales. Dan continuidad al Nexo entre agua, energía e industria, que no puede desarrollarse sin la energía, el agua y los alimentos para los obreros de las fábricas.

En términos estrictamente económicos, el Nexo con la industria por el consumo de agua y el suministro de energía es un salvoconducto para el desarrollo sustentable; de ahí porqué la lucha constante por ser más selectivos con empresas que se quieran instalar en lugares donde los recursos hídricos son escasos, que entran en conflicto con necesidades básicas para la alimentación y el saneamiento de las ciudades. En consideración a estas necesidades, hemos generalizado este concepto para explicar el conjunto de actividades donde resulta importante su interacción para mantener el equilibrio ecológico con el desarrollo industrial.

En las economías del reciclaje<sup>6</sup>, el Nexo agua-energía e industria hace presencia en proporciones que están en función de los residuos que se reciclen; en general, se utiliza menos agua para reciclar productos industriales que si se obtuvieran del subsuelo por primera vez, esto hace a la economía del reciclaje más sustentable con el recurso agua, así también con la energía porque se ahorran fases en el proceso de producción; ya no se necesitarán departamentos de lavado de la materia prima y de transporte, como cuando se utilizan ferro ductos para llevar el mineral de hierro a las plantas acereras, el ejemplo más extremo en consumo de agua. El acero, el aluminio, el vidrio, el cartón y otros materiales van directo a los departamentos de selección, luego a los hornos de fundición o calderas de cocción cuando se procesan granos y frutas para fabricar nuevos productos.

La gran mayoría de estos residuos se someten a lavados como los plásticos después de su selección y trituración. El PVC se separa del PET y del polietileno porque son plásticos distintos y posteriormente se Trituran, se lavan y al final, van a los hornos de fundición para obtener lingotes o película útil para la industria. Los residuos de vidrio son altamente consumidores de energía (Corrales, 2010) y menos de agua; a diferencia de otros materiales,

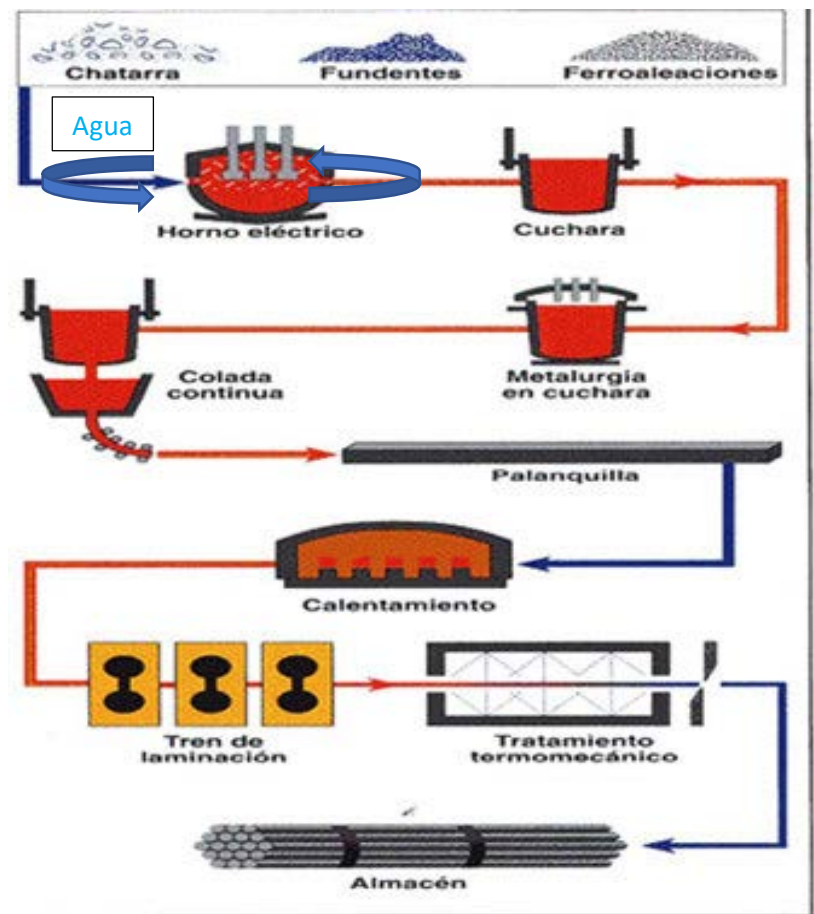
---

<sup>6</sup>El reciclar es volver a darle un uso a algo y es lo más cercano a una economía circular.

el vidrio se puede reciclar al 100% y se traduce en un menor consumo de arenas sílicas, que demandan tratamientos de lavado cuando se obtiene vidrio con materia prima natural.

Los residuos de acero se reciclan al 100% y su generalización en la industria ha fortalecido el paradigma de la economía circular. Es bastante conocido el alto consumo de agua entre las empresas acereras y ninguna gota podrá identificarse en los productos de acero finales. El agua que utilizan los ferros ductos para transportar el mineral de hierro hasta las plantas peletizadoras, el proceso de limpieza para fabricar el pellet, materia prima que se combina con el coque y ferroaleaciones para obtener la colada en lingotes, con los cuales se obtiene lámina rolada en caliente o frío. El alto consumo de agua y energía de esta industria es muy sugerente sobre el concepto Nexo en la industria.

Diagrama de flujo 1: Tecnología de horno eléctrico.



Fuente: Proceso de fabricación de acero. (Imagen 5.1) (Medina, 2006, p. 44)

El Nexo agua-energía-acero merece un apartado especial por el alto consumo de agua en el primer ciclo de la producción, pero en el segundo y subsecuentes, el consumo de agua es menor cuando se produce acero con “chatarra”. Al ingresar a las bodegas de las plantas acereras los residuos de acero se seleccionan, se lavan, pero muchas mini acerías lo mezclan



con mineral de hierro cuando utilizan la tecnología Hyl que fabrica hierro esponja; lo mezclan con chatarra clasificada y fundida a través de hornos eléctricos que consumen mucha energía y agua para controlar la temperatura de los hornos eléctricos; estos funcionan como máquinas de soldar, con un consumo de energía enorme. (Diagrama 1)

Como se aprecia por el diagrama de flujo 1, la fabricación de acero se obtiene en el horno eléctrico mediante chatarra, fundentes y ferroaleaciones. Con la introducción de tres electrodos que generan la descarga eléctrica (arco eléctrico) se realiza la fusión de los materiales. Los fundentes contribuyen a la combustión mientras que las ferroaleaciones al tipo de aleación que demanda el mercado, las más comunes son el cromo, níquel, molibdeno, vanadio o titanio. Con la alta temperatura que adquiere el acero, se requiere agua como refrigerante que circula en los costados del material refractario que recubre al horno. Dada su función de refrigerante en las acereras de horno eléctrico, mucho del agua de proceso se evapora; tal vez esto explica por qué estas empresas consumen mucha agua para sus procesos de producción, otra explicación es el tratamiento del mineral de hierro previo a convertirlo en hierro esponja, que requiere agua para el lavado.

Las empresas integradas que fabrican con alto horno consumen mucha agua tanto para el lavado del mineral de hierro, como para la limpieza de los distintos departamentos donde se produce el acero. Las plantas que poseen ferro ductos llevan el mineral hasta sus plantas mediante corrientes de agua para facilitar su transportación. Cálculos aproximados indican que por cada tonelada de acero se obtienen 150 mil litros de agua residual, una cantidad enorme que explica la función del agua en esta industria y su fuerte Nexo con la energía. Otros componentes del proceso son las escorias generadas, el dióxido de carbono, óxido de nitrógeno, óxido de azufre entre otros como metales pesados como el plomo que puede contaminar el agua. En términos de energía, las plantas integradas utilizan 4 veces más energía que las empresas con hornos eléctricos (Medina, 2006)

Sin embargo, las empresas integradas representan el primer ciclo en la producción de acero porque se proveen de materias primas del subsuelo (*raw materials*), en tanto que para una economía circular que se abastece de residuos, más conocidos como chatarra entre las mini acerías, el consumo de agua es mucho menor, pero sigue cumpliendo un papel fundamental para la producción de acero. En otras palabras, el Nexo entre agua, energía e industria son fundamentales para muchas empresas que operan con chimeneas donde el consumo de electricidad y otros energéticos son determinantes para el éxito industrial.

Si revisamos las concesiones de agua de la planta acerera Ternuim en la ciudad de Monterrey encontraremos una suma cuantiosa en M<sup>3</sup> para sus procesos de producción, un poco menos que las empresas cerveceras, pero mucho mayor que las empresas de bebidas (INEGI, 2018). Esta empresa fabrica con la tecnología Hyl (inventaron esta tecnología) y producen hierro esponja mediante hornos eléctricos; éste se obtiene de mineral de hierro que requiere agua para el lavado y separación del mineral de otras impurezas, así como para el control de la temperatura. En las condiciones de escasez de agua en la ciudad de Monterrey, el consumo de agua para esta industria tendrá que ser revisado por el Nexo para garantizar el derecho humano al agua, donde la gestión administrativa adquiere un enorme peso en este reto.

A lo largo de las etapas que conforman la economía circular el Nexo agua-energía-manufacturas está presente, sin embargo, el consumo de agua se reduce en la medida que se introduzcan técnicas de selección más eficaces, pero crece su contaminación en la limpieza de los productos reciclados, como es el caso en el tratamiento de baterías de desechos, metales pesados de acompañamiento en la chatarra, químicos de desecho reprocesados que requieran agua para la limpieza de los equipos y en las plantas de energía nuclear, limpieza de equipos que estén contaminados con radiación. En suma, analizar estas actividades industriales para entender la relación que guarda el agua, la energía y la industria, resulta de suma importancia el Nexo en una diversidad de actividades económicas, donde el agua y la energía son las variables explicativas de los procesos.

Al abundar sobre este tópico, sin duda en la industria de bebidas (industria alimenticia) el Nexo adquiere una posición vinculante entre agua, energía e industria de bebidas. A diferencia de la industria alimenticia típica que procesa granos, vegetales, frutas y carnes, en las de bebidas, su mayor porcentaje de composición es agua y se debe analizar críticamente debido a que se ubica en un contexto de escasez de dicho elemento. La industrialización del agua con fines lucrativos ha conducido a un acelerado agotamiento de los mantos acuíferos. En Monterrey México las concesiones de agua de la cervecería Heineken son equivalentes al déficit de agua que registra la ciudad por 7.6  $\text{Hm}^3$  (Conagua, 2018b, p. 13), mientras que la cervecería posee concesiones por 6.9  $\text{Hm}^3$  (Conagua, 2018a)

La producción de cerveza requiere varios procesos: 1). Selección de la materia prima cebada, malta, lúpulo, levaduras y agua, 2). La cebada se somete a un proceso de malteado donde la semilla se humedece hasta germinar para después tostarla y transformar los almidones en azúcares, y posteriormente transformarse en alcohol, 3). El lúpulo es una planta que se agrega al proceso en ebullición que le da el aroma y su sabor amargoso, 4). Se le agregan levaduras compuestas por hongos, cuya función es transformar los azúcares en alcohol. 5). El agua, con las especificaciones químicas necesarias, es el componente mayor por unidad de producto.

Una vez seleccionada la materia prima, la cerveza se obtiene por dos etapas distintas: El cocimiento y la fermentación. La primera obtiene el mosto cervecero en una combinación de malta y lúpulo en la forma de un líquido azucarado y en la segunda, se somete al enfriamiento con la levadura para transformar los azúcares en alcohol (de Lima, 2010). En la primera etapa hay un alto consumo de agua por la cocción de los materiales y mucha del agua se evapora, en la segunda es menor porque se somete a un proceso de enfriamiento. La media internacional para producir un litro de cerveza son 5 litros de agua, esto explica el fuerte Nexo entre agua, energía e industria, donde la cerveza forma parte también de la industria alimenticia.

En etapas posteriores a la producción de cerveza, son de suma importancia los desechos de la cebada que pueden reutilizarse como alimento para el ganado, producir ladrillos para la industria de la construcción y plástico biodegradable. Es en el bagazo de la cebada, la materia prima que da continuidad a la economía circular mediante la fabricación de pellets de cebada comprimida (Ferrari, et al., 2017). Contrario a la fabricación de cerveza, a los desechos de cebada se les extrae la humedad para evitar los hongos que degraden el producto. La cerveza, obvio decirlo, después de consumirse ingresa a las aguas residuales junto con otros desperdicios que las plantas tratadoras de aguas negras pueden utilizar para

producir biogás; pero regresar al circuito de la producción circular en condiciones semejantes a los residuos sólidos de la industria manufacturera, es prácticamente imposible.<sup>7</sup>

En los apartados tres y cuatro se analizan tres procesos que garantizan las funciones del Nexo en la economía circular: las instituciones que norman el derecho humano al agua, las formas de operar del nexo a través de sus elementos y cómo se integra el Nexo agua, energía y alimentos en los sistemas urbanos. Estos tres elementos constituyen todo un entramado de variables explicativas y explicadas que garantizan la vitalidad del Nexo en las relaciones humanas. En una economía circular que exige la recuperación de los residuos sólidos y biodegradables, los elementos del Nexo jugarán un papel crucial al cuidar el medio ambiente de potenciales riesgos de contaminación, así como para una distribución del agua y la energía en los procesos de producción; de ahí la importancia de los siguientes apartados.

### **3. Marcos internacionales**

Como analizamos en el apartado anterior, el agua es un recurso necesario y escaso el cual debe ser accesible para todos. En línea con esta aseveración, la Agenda 2030 establece en su Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 "garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos" (Organización de las Naciones Unidas, 2015, p. 16 ).

En relación con el tema de la disponibilidad de agua, ésta deber ser obligatoriamente regulada, puesto que se trata de un recurso escaso, necesario para la vida, que requiere un uso eficiente sin derroche del mismo.

De acuerdo con el Objetivo 6 tenemos que:

“6.1. Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.

6.2. Para 2030, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.

6.3. Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación del vertimiento y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.

6.4. Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua.

---

<sup>7</sup> Esta es una restricción para la economía circular en prácticamente toda la industria alimenticia, porque ningún producto desde grano, verdura, hortaliza, bebida, carne, entre otras, regresa al circuito de la producción para producir un producto original.

6.5. Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

6.6. Para 2030, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

6.a. Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización

6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento” (Organización de las Naciones Unidas, 2015, p. 21 y 22).

Al enunciar las metas que emanan del ODS 6, resalta la importancia de los temas de acceso al recurso agua; el valor económico de este bien; la realización de medidas de saneamiento e higiene con uso de agua de calidad para todos; el manejo eficiente del agua; su adecuada gestión en todos los niveles gubernamentales, incluida la cooperación transfronteriza; la protección a los ecosistemas relacionados con el agua; así como el promover la cooperación internacional y apoyo a países en desarrollo para evitar la explotación inadecuada de este recurso.

Todos estos esfuerzos van encaminados a evitar la escasez y agotamiento de los mantos acuíferos con que cuentan los países. No es de extrañar que ante la grave situación existente podemos llegar a causar una crisis hídrica que afecte principalmente a las poblaciones más vulnerables.

Teóricamente, las consideraciones anteriores están enmarcadas en el concepto del Nexo agua-energía-alimentación, en el que sus elementos convergen en subsistemas que tienen como vínculo principal el concepto Nexo.

En relación con el tema del agua, las medidas para implementar mejoras en el abastecimiento y saneamiento del recurso, el Gobierno de México destina recursos económicos con la finalidad de que los ODS se lleven a cabo, es por ello que en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) mantiene implícito este compromiso. Situación similar ocurre cuando nuestro país realiza negociaciones en acuerdos como la Alianza del Pacífico<sup>8</sup>, donde el 6 de julio de 2019<sup>9</sup> se firmó la Declaración de Lima aprobando el Plan de Trabajo de la Visión Estratégica 2030, que estableció una hoja de ruta. Esta alianza cuenta con el respaldo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que brinda soporte técnico y económico. En relación con el Nexo, se conformó el Grupo de Trabajo sobre Armonización de la Industria Plástica y la Economía Circular donde participa el Consejo Empresarial de la Alianza del Pacífico (CEAP) con la encomienda de avanzar en la Gestión Sostenible de los Plásticos (Alianza del Pacífico, 2019, p. 2 y 3).

---

<sup>8</sup> La Alianza del Pacífico se conformó en 2010 con la participación de Colombia, Chile, Ecuador y Panamá. Posteriormente, México se integra con Colombia, Chile y Perú. Quedando como Estados Observadores, Ecuador y Panamá (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú, 2019).

<sup>9</sup> Finalizó la Presidencia Pro Témpore del Perú y pasó Chile a quedar a cargo.

El CEAP tiene como compromiso implementar normas voluntarias para promover el uso sostenible y eficiente del agua por parte del sector empresarial de la Alianza del Pacífico, para ello otorga el Certificado Azul. Este Certificado Azul es un esquema que tiene por objetivo promover y reconocer a las empresas hídricamente responsables de los países que conforman la Alianza.

"Beneficios del Certificado Azul. Fortalece la imagen de la empresa entre clientes y proveedores; refuerza la sostenibilidad en el negocio; incrementa la competitividad ante el Estado en procesos de compras o licitaciones públicas; reduce costos operativos por consumo de agua; afianza las relaciones con comunidades vecinas, entre otros" (La Cooperación Suiza en Perú y Los Andes, 2019).

Otros marcos internacionales que abordan el concepto del Nexo agua-energía-alimentación han desarrollado este enfoque de economías limpias en un entorno de desarrollo sustentable en América Latina, señalando que:

"...el concepto del Nexo se destaca en el debate internacional a partir de la Asamblea Anual del Foro Económico Mundial (WEF) del año 2008, que enfatizó la necesidad de desarrollar una mejor comprensión de cómo el agua está vinculada al crecimiento económico a través de su relación con otros temas y el desafío que representa para la seguridad alimentaria un enfoque comercial en la gestión de los recursos hídricos (WEF, 2011, citado en Embid & Martín, 2017).

Otra mesa de debate que expuso el tema fue la Conferencia de Bonn 2011, con la presentación sobre el Nexo entre Agua, Energía y Seguridad Alimentaria "Soluciones para la Economía Verde". En esta exposición, Zafar Adeel, estableció que la "economía verde debe abordar las inequidades en el acceso al agua, fuertemente relacionadas a la seguridad energética y seguridad alimentaria" (Adeel, 2011, P. 10) Para ello, su base normativa fue la Resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas 64/292 en relación con el derecho humano al agua y al saneamiento.

El derecho al agua es universal y debe estar salvaguardado en las normatividades de los países. Siendo el agua materia de derechos humanos, es importante considerar el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), que es el instrumento normativo que salvaguarda estos derechos humanos ante Naciones Unidas. Este instrumento ratifica que el agua es un derecho de todo ser humano.

El artículo 1, f. 1 y 2, establece lo siguiente:

*1. Todos los pueblos tienen el derecho de libre determinación. En virtud de este derecho establecen libremente su condición política y proveen asimismo a su desarrollo económico, social y cultural.*

*2. Para el logro de sus fines, todos los pueblos pueden disponer libremente de sus riquezas y recursos naturales, sin perjuicio de las obligaciones que derivan de la cooperación económica internacional basada en el principio de beneficio recíproco, así como del derecho internacional. En ningún caso podrá privarse a un pueblo de sus propios medios de subsistencia (Pacto Internacional de Derechos Económicos, 1966)*

En México, a partir de 2012, el artículo 4to., de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) (2020), señala el derecho humano al agua como un recurso que su acceso, disposición y saneamiento debe mantenerse al alcance de todos.

Sobre esta misma línea, la Convención Americana sobre Derechos Humanos, a nivel internacional emitió el Protocolo adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, mediante el Protocolo de San Salvador.

Este protocolo es de naturaleza vinculante para los Estados Partes<sup>10</sup> de la Convención Americana sobre Derechos Humanos “Pacto de San José de Costa Rica”. Esta Convención se integra por 22 artículos, siendo de especial interés el artículo 11 donde se especifica:

1.- Toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos.

2.- Los Estados Partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente (OEA, 1988, p. 15).

En relación con la política de gobernanza del agua, México, al ratificar el Protocolo de San Salvador, se encuentra obligado a proteger el derecho al agua para un medio ambiente sano y contar con servicios públicos básicos.

Retomando los cuatro elementos metodológicos del concepto Nexo en relación su operacionalización a partir de los marcos internacionales que fueron revisados, se tiene lo siguiente:

- **Planeación:** como lo establece el artículo 26 de la Constitución, para la elaboración de todo plan o programa, existe un proceso de planeación participativa, a través de foros de consulta, donde intervienen representantes de los sectores académico, gubernamental, social, empresarial y la ciudadanía en general, para señalar las problemáticas a atender por la política pública y priorizar cuáles son los temas a resolver. Para el Nexo agua, energía y alimentos y otros que se generan con la industria y los servicios urbanos, las proyecciones de largo y corto plazo en el suministro (concesión) de agua y energía son inevitables; esas proyecciones deberán encontrar el justo equilibrio entre las necesidades del desarrollo económico y la sobrevivencia de los ecosistemas, en particular las reservas de aguas existentes en cada región.

- **Infraestructura:** en materia de acceso a los servicios públicos, el artículo 115 de la Constitución señala que es responsabilidad de los municipios prestar los servicios de agua potable y saneamiento, siendo el tema de la infraestructura relevante porque no todos tienen la capacidad financiera suficiente para realizarlo. Ante esta carencia, tienen que apoyarse con las Asociaciones Público Privadas, para llevar a cabo las obras de infraestructura requeridas por la población. En el marco de estos acuerdos de colaboración, también se suma la responsabilidad de las empresas por mantener consumos y ahorros de agua de manera que se realice un uso adecuado y racional. Es por ello la importancia de promover el otorgamiento de los Certificados Azules del CEAP, que reconocen a las empresas ambientalmente sustentables.

---

<sup>10</sup> Esta Convención fue ratificada por México, en el año de 1981.

- **Capacidad financiera:** depende del presupuesto que reciben los entes gubernamentales, debido a que todo inicia a partir del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), del que a su vez se hace la asignación a los tres niveles de gobierno (federación-estados-municipios). En el caso de los municipios, si éstos no cuentan con capacidad financiera, como se mencionó anteriormente, deben recurrir a las Asociaciones Público Privadas (APP)<sup>11</sup> (FOCIR: 2016). Siendo esta la razón de la existencia de estas APP para cumplir con la Agenda 2030, en especial, el ODS 6. Con respecto al agua que obtienen bajo el régimen de concesiones en México, para las empresas privadas no significa altos costos financieros, a menos que por la naturaleza de sus procesos de producción decidan invertir con las APP para construir infraestructura y posean un espíritu ambiental inquebrantable, lo cual se traducirá en un reto financiero importante; sin embargo, es la energía la que genera un alto componente sobre los costos de producción, donde el Nexo ejerce mayores restricciones en las inversiones.

- **Gestión administrativa:** en este rubro, los consejos de cuenca tienen la competencia para concertar y dirimir en conflictos. Una de las principales problemáticas que se presenta es la falta de representatividad y coordinación interinstitucional, por tanto, se requiere una mayor participación de los distintos sectores y la ciudadanía en general porque se trata de decisiones trascendentales con relación al manejo del agua a nivel local. La convocatoria para participar en estos temas debe promover el acceso de los distintos grupos sociales, de manera que se conozcan cuáles son sus necesidades y se busquen soluciones que garanticen el acceso universal al agua y saneamiento<sup>12</sup>.

#### 4. Integración del Nexo agua-energía-alimentos con los sistemas urbanos

Una vez que se han revisado los marcos internacionales que regulan la pauta de aplicación del Nexo, es importante caracterizar cómo es posible integrarlo en los sistemas urbanos. Una importante limitación se debe a la falta de recursos económicos para invertir en infraestructura.

De acuerdo con el Análisis y Evaluación Global de Saneamiento y Agua Potable, elaborado por ONU-Agua, los presupuestos gubernamentales destinados para inversión en infraestructura para servicios de agua, saneamiento e higiene para superar las desigualdades señaladas en las metas 6.1 y 6.2 de los ODS, son insuficientes debido a que más del 80% de los 71 países monitoreados no cuentan con suficientes recursos económicos, a pesar de que

---

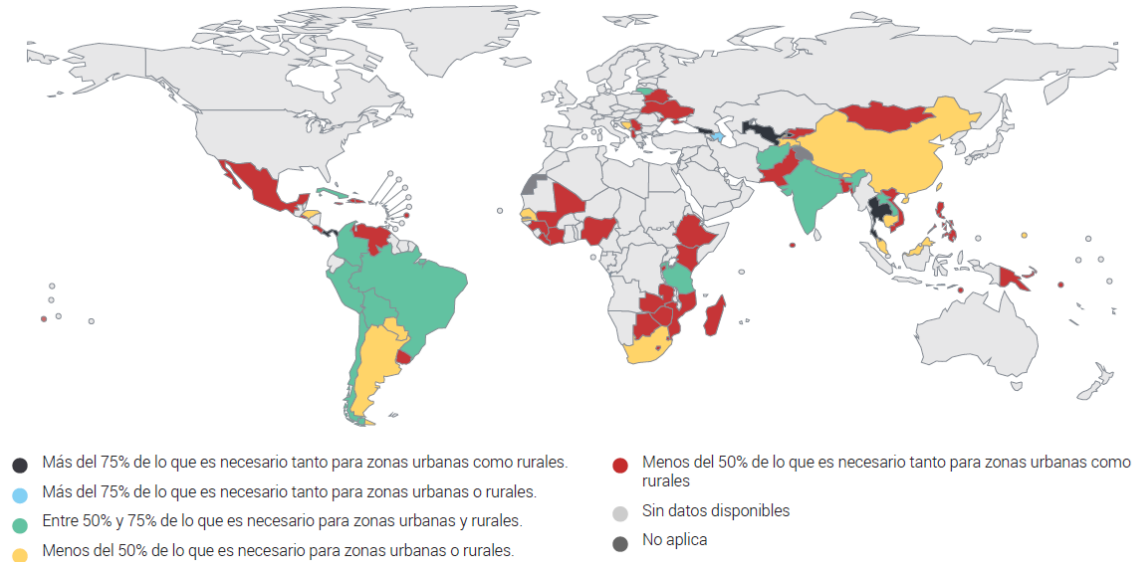
<sup>11</sup>Las APP se encuentran reguladas por la Ley de Asociaciones Público Privadas (2012) en su artículo 2 establece que, son "aquellos que se realicen con cualquier esquema para establecer una relación contractual de largo plazo, entre instancias del sector público y del sector privado, para la prestación de servicios al sector público, mayoristas, intermedios o al usuario final y en los que se utilice infraestructura provista total o parcialmente por el sector privado con objetivos que aumenten el bienestar social y los niveles de inversión en el País". Cada entidad federativa cuenta con su propia Ley de Asociaciones Público-Privadas.

<sup>12</sup> El Programa Nacional Hídrico 2020-2024 establece la disponibilidad media anual de las aguas nacionales en cuencas y acuíferos; el volumen garantizado para cumplir con el derecho humano al agua; el volumen anual de agua a reservarse, de acuerdo con la NMX-AA-159-SCFI-2012, que garantiza el caudal ecológico de las cuencas hidrológicas y el equilibrio de los ecosistemas; el volumen requerido para proyectos estratégicos de gobierno federal; así como los requerimientos estimados por solicitudes a Conagua (2020, p. 40).

sus presupuestos gubernamentales anualmente "aumentan a una tasa promedio anual real de 4.9%" (UNESCO, 2019, p. 70), observe la Figura 1.

En la Figura 1, se presenta el nivel de suficiencia de recursos financieros asignados al saneamiento para cumplir con las metas nacionales, México destina menos del 50% de lo que es necesario invertir tanto en zonas urbanas como rurales.

Mapa 1. Nivel de suficiencia de recursos financieros asignados al saneamiento para cumplir con las metas nacionales (71 países monitoreados).



Fuente: (UNESCO, 2019, p. 71)

El Nexo establece una marcada insignia por mantener principios relacionados con el desarrollo sostenible, sobre todo en las ciudades. Se estima que en 2050, al menos 90% de la población de América Latina estará viviendo en ciudades. Esta situación traerá consigo una enorme presión por los recursos naturales, por tanto, requerimos establecer estándares que permitan un equilibrio para evitar el consumo desmedido de alimentos, agua y energía. No es de extrañar que los gobiernos de los países están buscando colaboraciones con la sociedad, empresas y grupos organizados para generar una educación ambiental, en el ánimo de que se modifiquen comportamientos consumistas y se comiencen a buscar soluciones creativas que generen ahorros dirigidos hacia la mejora de la calidad del agua, el cuidado de los ecosistemas, entre otras medidas.

En América Latina existen 25 fondos de agua. México cuenta con 2 fondos de agua creados: 1) Agua Capital, en Ciudad de México; y 2) Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey. En sus principales resultados presentan 1,543 hectáreas conservadas. 14.1 millones de personas potencialmente beneficiadas por la contribución de los fondos de agua. 339 familias participantes de proyectos aguas arriba. 11.8 millones de dólares invertidos y apalancados (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2018).



Un ejemplo de aplicación del Nexo es la Fundación Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FFAVS), implementado en el Valle del Cauca, Colombia. Esta organización está conformada por 12 ingenios azucareros, Celsia la compañía de energía de la empresa Argos y The Nature Conservancy. En el Valle del Cauca hay 2,750 productores azucareros, de las 410,000 hectáreas, 230,000 se encuentran sembradas por caña de azúcar. Esta región tiene como principal fuente de ingresos el sector azucarero que depende en gran medida del agua, es por ello que se están tomando las medidas necesarias para planificar el aumento de la población, sin generar mayor presión sobre los recursos naturales (Tecnológico de Monterrey, 2019)

Este proyecto impacta a 3.5 millones de personas. Con la creación del FFAVS se alcanzaron acuerdos entre los distintos usuarios de agua y las autoridades de esta manera se preservarán, conservarán y recuperarán las cuencas hidrográficas de la región vallecaucana (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua y FFAVS, 2019).

Para implementar este tipo de proyectos como los fondos de agua o la creación de obras públicas en las entidades federativas, se requiere considerar los 4 elementos del Nexo: planeación, infraestructura, capacidad financiera y gestión administrativa.

A las autoridades estatales se les otorga la responsabilidad en materia de agua y saneamiento, a través de la Ley General de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, relacionada con el artículo 4to., de la Constitución.

La planeación se da desde un nivel gubernamental. En México, la Comisión Nacional del Agua (Conagua) elaboró la Agenda del Agua 2030. Avances y logros 2012 (Conagua, 2012), la cual define los principios y líneas a largo plazo, con una visión integral para manejar las brechas de la demanda de agua con los recursos naturales con que cuenta nuestro país; también identifica los posibles obstáculos a superar, para poder contar con una buena gestión del recurso; e identifica los grandes proyectos que brindarán sustentabilidad en el campo y la ciudad.

La infraestructura requiere de la participación de los distintos sectores. La Conagua fomenta el desarrollo de infraestructura mediante programas donde participan los gobiernos estatales y locales con impacto nacional, regional y local. Relacionado con la planeación, La Conagua elabora los programas hídricos regionales para cada una de las 13 regiones hidrológico-administrativas de México. También cuenta con el Programa Nacional Hídrico (PNH) 2020-2024 (Conagua), 2020a), así como el Programa Anual de Obra Pública 2020 (Conagua), 2020 b).

Esta capacidad financiera requiere de la participación público-privada, apoyo con recursos internacionales como los fondos de agua, de esta manera se puede fomentar la infraestructura hídrica y crear grandes proyectos que beneficien a la población, así como alcancen a zonas marginadas o se lleven a cabo en el ámbito rural.

La gestión administrativa ha requerido generar un sistema claro y transparente, como en el caso del establecimiento de tarifas, considerando externalidades y costos asociados, para ello se hizo una reforma a la Ley Federal de Derechos para que Conagua (2019) para que realice una medición directa, así como la interrupción en el uso de bienes del dominio público en caso de la falta de pago del derecho. De esta manera se establecen mayores controles que permiten beneficiar a la población y cuidar el agua.

## 5. Conclusiones

En la economía circular, el concepto de Nexo explica la relación existente entre el agua, la producción de alimentos y la energía. Su enfoque va dirigido hacia la eficiencia en el uso de los recursos, propiciando un medio ambiente más equilibrado, así como una disminución en los costos de los productos al promover su reúso y reciclamiento. En el marco de la Agenda 2030, se hace más relevante transitar hacia mejores prácticas y acuerdos entre empresas y gobierno, para realizar acciones ambientalmente sostenibles. Ejemplos relevantes sobre este tema son los fondos de agua en Monterrey y Ciudad de México.

En una economía circular las variables del proceso de producción están determinadas por la existencia de agua, energía y alimentos porque sin ellos el ser humano no puede existir ni producir; esta condición acuñó el concepto Nexo para enfatizar la relación que debe cuidarse entre las variables del proceso productivo, en la vida social y el cuidado ambiental. Como otras variables explicativas que propician tendencias del desarrollo, el Nexo contribuye al mejor cuidado ambiental donde el agua y la energía son las variables explicativas.

La aportación de esta propuesta metodológica es conocer en qué actividad económica se aplica el Nexo como factor de éxito entre empresas participantes bajo un esquema de economía circular. Es de sumo interés este aspecto y se comprueba con el anuncio de que a finales de 2020 se creará una Ley de Economía Circular en Baja California, que armonizará con la Ley de Fomento a la Competitividad y la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Como se puede observar, la propuesta metodológica que emerge de este artículo es que el concepto Nexo se aplique a la industria y al desarrollo urbano, dada la importancia que tiene la correcta combinación de agua y energía en la producción industrial y el desarrollo urbano. Como este concepto tiene un alto nivel de abstracción, debe estar estructurado por la planeación, la infraestructura, las finanzas y la gestión administrativa, que se encuentran presentes en cualquier actividad del ser humano. Siempre se buscará la relación causa-efecto en cualquier proyecto de desarrollo; esto conduce a identificar la correlación entre variables, que dan vida al Nexo.

Los elementos del nexo hacen patente el correcto uso de los recursos en una economía circular, también lo hacen en su origen, es decir en una economía abierta sujeta a las presiones de la competencia; pero son más precisos en una economía circular, dadas las restricciones que exigen los residuos reciclados y sus potenciales efectos por el consumo de agua y energía de las grandes ciudades, que cada vez es menor conforme crece la población. Nexo a través de la planeación, la infraestructura, las finanzas y la gestión administrativa, facilitan las actividades económicas y formas de vida en los grandes centros urbanos.

La más difundida experiencia sobre economía circular es el reciclaje, donde encontramos que el consumo de agua y energía disminuye, propiciando el desarrollo sustentable, sin embargo, surgen riesgos de contaminación del agua donde el Nexo dará soporte a los procesos y contribuirá con el cuidado ambiental. El desarrollo equilibrado exige la correcta combinación de factores productivos, por esta necesidad se introdujo el Nexo para identificar cuánto de agua, de energía, de metales, de granos, entre otros, se requieren para sostener el crecimiento económico con desarrollo y bienestar.

Para desarrollar una adecuada planeación bajo la perspectiva de la economía circular, considerando el enfoque del Nexo, requerimos la construcción de indicadores obtenidos con base en información provista por fuentes estadísticas oficiales que midan la eficiencia en el uso de los recursos y materias primas desarrolladas por México y sus entidades federativas.

En México, el INEGI elabora estadísticas en materia ambiental solo que hace falta orientar a profundidad este tema dirigiéndolo hacia la conformación de indicadores de la economía circular. La información que produce INEGI es valiosa, porque cuentan con datos precisos en torno a recursos naturales como agua, suelo y bosques; recursos ambientales y su uso forestal; residuos sólidos; asentamientos humanos, salud ambiental, de protección, gestión y compromiso con el medio ambiente.

Al ser una fuente oficial, que busca contribuir con información relevante para la vida nacional, es posible potencializar las encuestas que generan. Por ejemplo, en relación con los residuos, INEGI recaba información que permite evaluar la gestión, por entidad federativa, de los residuos sólidos (INEGI, 2014). Desde 2010, INEGI aplica una encuesta sobre residuos sólidos urbanos (RSU) a nivel municipal. Debido a la importancia del tema de la generación de estadísticas ambientales que sean el marco para la gestión integral administrativa de los RSU, en 2014, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) que se incorporaba al Catálogo Nacional de Indicadores, los siguientes: porcentaje de municipios con disposición adecuada de RSU y proporción de la población con acceso a la recolección de residuos (Carrasco y Rodríguez, 2015, p. 21).

INEGI es la entidad que contribuye con información estadística ambiental de manera oportuna al país (Comisión Nacional del Agua (Conagua), 2018). En relación con la administración pública federal, la Semarnat es la entidad encargada de la política pública ambiental, mientras que la Conagua es un organismo desconcentrado de Semarnat, que en términos operativos, se encarga de la gestión de los procesos. Son tres las grandes áreas operativas de Conagua: la gestión, organismos de cuenca y asistencia técnica (Semarnat, 2018).

Con respecto al marco regulatorio, otro avance legislativo que se pretende que pronto quede aprobado, es la iniciativa de la Ley General de Economía Circular (Monreal y Bolaños, 2019) que tendrá implicaciones para la economía y con alcances para toda la población. De esta manera, tanto empresas como individuos compartiremos la responsabilidad en el uso y disposición de los residuos. Es por ello, que debemos comenzar a promover una educación ambiental, en la ciudadanía en general, así como certificaciones en las empresas, para garantizar su adecuado manejo de los recursos naturales. De esta manera, con todos los elementos enunciados anteriormente, tenemos una pauta para repensar la cadena de valor de los productos y servicios que creamos.

## **Bibliografía**

- Adeel, Z., (2011) Noviembre 16 al 18. Water in a Green Economy. The UN System's Position. Boom, s.n.
- Alianza del Pacífico, (2019) Declaración de Lima en la XIV Cumbre de la Alianza del Pacífico. Lima: s.n.

- Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua y Fundación Fondo de Agua por la Vida y la Sostenibilidad (FFAVS), (2019). Valle del Cauca, Valle del Cauca, Colombia: s.n.
- Carrasco, J. y Rodríguez, J., (2015) Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, enero-abril, 6(1), pp. 18-35.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua), (2012) Agenda del Agua 2030. Avances y logros 2012. [En línea] Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-10-12baja.pdf>, [Último acceso: 2020].
- Comisión Nacional del Agua, (Conagua), (2018<sup>a</sup>) Base de datos del Registro Público de derechos de Agua. [En línea] Disponible en: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx> [Último acceso: 2018].
- Comisión Nacional del Agua (Conagua), (2018b) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Área Metropolitana Monterrey (1906), Estado de Nuevo León, s.l.: Diario Oficial de la Federación.
- Comisión Nacional del Agua, (Conagua), (2019) Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2019. Ciudad de México: Semarnat.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua), (2020<sup>a</sup>) Programa Nacional Hídrico 2020-2024. Ciudad de México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua), (2020b) Programa anual de obra pública de la Conagua (PAOP). [En línea] Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-anual-de-obra-publica-de-la-conagua-paop-94104> [Último acceso: 5 julio 2020].
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, (2020) Última reforma. México: Diario Oficial de la Federación.
- Corrales, S., (2010) La industria del vidrio en el noreste de México. *Trayectorias*, 12(30 enero junio), pp. 95-118.
- De la Cuesta González, M., (2020) La economía circular: Una opción inteligente. *Economistas sin fronteras, Dossieres EsF* (37), pp. 4-6.
- De Lima, M., (2010) Levantamiento teórico del consumo de agua en una planta cervecera. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.
- Del Borghi, A. Luca M. and Michela G. (2020) Circular economy approach to reduce water-energy-food, *El Sevier, Science direct, Envirometal Science and Health*, Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Embíd, A. y Martín, L., (2017) El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL y Cooperación Alemana.
- Embíd, A. y Martín, L., (2017) El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. s.l.:ONU, Cepal y Cooperación Alemana.

- Ferrari, J., Claps, L. y Tiltonel, P., (2017) Reutilización de bagazo de cebada cervecera por secado y paletización como suplemento forrajero. Revista Presencia [en línea], Issue 67, pp. 43-46.
- German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), (2011) Policy Recommendations. Bonn, s.n.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2014) Medio Ambiente/ Residuos sólidos. [En línea] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/> [Último acceso: diciembre 2019].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI), (2018) Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. [En línea] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>, [Último acceso: 2018].
- Krugman, R. P., (1989) Chapter 20 Industrial Organization and International Trade. En: R. Schmalensee & R. Willing, edits. Handbook of Industrial Organization, Vol II. United States: North Holland.
- La Cooperación Suiza en Perú y Los Andes, (2019) Boletín COSUDE. Lima: La Cooperación Suiza en Perú y Los Andes.
- Ley de Asociaciones Público Privadas, (2012) México: Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Medina, L., (2006) Análisis de la viabilidad económica y ambiental del uso de armaduras corrugadas de acero inoxidable en elementos de hormigón armado sometidos a clases de exposición agresivas. Aplicación a elementos en contacto con aguas residuales agresivas, Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo de Perú, (2019) Acuerdos Comerciales del Perú. Alianza del Pacífico. [En línea]. Disponible en: [http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=166&Itemid=185](http://www.acuerdoscomerciales.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=166&Itemid=185)
- Miralles-Wilhelm, F., (2014) Desarrollo y aplicación de herramientas analíticas a la planificación trinómica. Agua-Alimentos-Energía en América Latina y el Caribe. Water Monographies, Issue 2, pp. 76-84.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), (2019) Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019, París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas, (ONU), (2015) Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Organización de los Estados Americanos, (OEA), (1988) Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Protocolo de San Salvador, San Salvador: OEA.

Pacto Internacional de Derechos Económicos, S. y. C., (1966) NYC: ONU, Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), (2018) CONAGUA, hacia una gestión integrada y sustentable del agua. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/conagua-hacia-una-gestion-integrada-y-sustentable-del-agua>, [Último acceso: 17 junio 2020].

Tecnológico de Monterrey, (2019) Foro Nexo Agua-Energía-Alimentos: Una visión integral para la sostenibilidad. [En línea]. Disponible en: <https://tec.mx/es/noticias/eventos/monterrey/investigacion/foro-nexo-agua-energia-alimentos-una-vision-integral-para>, [Último acceso: 13 mayo 2020].