

LEGISLACIONES ESTATALES PARA LOS PLÁSTICOS DE UN SÓLO USO EN MÉXICO: ¿QUÉ SECTORES ESTÁN INCLUIDOS?

State legislation for single-use plastics in Mexico: Which sectors are included?

Alejandra REYES JAIME¹, Alonso AGUILAR IBARRA²,
Marisol ANGLÉS HERNÁNDEZ³ y Leonor Patricia GÜERCA HERNÁNDEZ⁴

¹ Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de Posgrados, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510. Ciudad de México, México.

² Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Mario de la Cueva, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510. Ciudad de México, México.

³ Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Mario de la Cueva, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510. Ciudad de México, México.

⁴ Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510. Ciudad de México, México.

*Autora para correspondencia: areyes@ciencias.unam.mx

(Recibido: octubre 2022; aceptado: abril 2023)

Palabras clave: gestión de residuos, análisis de redes, gobernanza, regulación.

RESUMEN

En México existe una tendencia por reformar las legislaciones estatales de gestión de residuos con la intención de frenar la dispersión de plásticos de un sólo uso (PIU) y fomentar la reducción de residuos mediante acciones de corresponsabilidad. Actualmente, 29 de los 32 estados mexicanos establecen en sus leyes la participación de sectores de la sociedad para motivar una gobernanza de los plásticos. Sin embargo, aún no existe un estudio nacional que brinde información sobre la forma en la que se está distribuyendo la responsabilidad dentro de las legislaciones. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar a través de un análisis de redes la diversidad de actores y su inclusión como sectores dentro de la legislación que hasta ahora regula los PIU en México. Los hallazgos de la investigación indican que para frenar la dispersión de PIU el 90 % de las entidades federativas, de acuerdo con su legislación, se apoyan en el sector económico de la distribución y comercialización. Además, a nivel nacional, se observó una subrepresentación de la responsabilidad de los sectores productivo y académico. En este sentido el presente estudio ofrece una propuesta metodológica para visualizar de forma resumida y esquemática la diversidad de actores y sectores en el complejo panorama de la corresponsabilidad para la reducción de PIU. La herramienta de análisis de redes podría ser aprovechada para facilitar la tarea de los tomadores de decisión o para investigaciones que consideren la revisión legislativa cuantitativa.

Key words: waste management, network analyses, governance, regulation.

ABSTRACT

In Mexico, there is a growing trend to reform the state waste management legislation to curb the dispersion of single-use plastics (PIU) and encourage waste reduction through co-responsibility actions. Currently, 29 of Mexico's 32 states establish the participation of society's sectors to motivate plastics governance in their laws. However, a national study is still needed to provide information on how responsibility is distributed within the legislation. Therefore, through network analysis, this study aimed to evaluate the diversity of actors and their inclusion as sectors within the legislation regulating PIU in Mexico. According to the research findings, Mexican state legislation aimed at reducing the spread of PIU relies primarily on economic measures targeting the distribution and commercialization sectors, accounting for 90% of the overall strategy.; however, the productive and academic sectors are underrepresented. This study presents a methodological proposal to provide a concise and schematic visualization of the diverse actors and sectors involved in the complex responsibility landscape for PIU reduction. The network analysis tool could be used to facilitate the task of decision-makers or for research that considers quantitative legislative review.

INTRODUCCIÓN

Estimaciones globales señalan que, desde mediados del siglo pasado, se han producido 8300 millones de toneladas métricas de plásticos (Geyer et al. 2017). Esta cantidad es igual a la masa total de los animales marinos y terrestres que hay en el planeta (Elhacham et al. 2020), de ahí que exista una preocupación internacional al saber que en promedio se recicla el nueve por ciento de los plásticos producidos y que el otro 80 % se encuentra en rellenos sanitarios (UNEP 2018). Asimismo, dentro de la categoría de los plásticos, los de un sólo uso se han identificado como especialmente problemáticos dado que, por su uso conveniente pero efímero, se desechan de forma masiva y acelerada en todo el mundo convirtiéndose en una carga para los sistemas de gestión de residuos e incluso para los ecosistemas (PNUMA 2018).

El problema del consumo y desecho de plásticos además se agrava por elementos como el crecimiento poblacional, la composición y volúmenes de residuos, los costos de gestión y la escasa participación e involucramiento de la sociedad en general para atender la problemática (Bernanche-Pérez 2015 y Jiménez-Martínez 2016). Además, internacionalmente el problema se agravó entre 2020 y 2021 debido a la pandemia de COVID-19 que provocó un incremento en millones de toneladas de los residuos de plásticos de un sólo uso (PIU), incluyendo hospitales y unidades domésticas (Benson et al. 2021).

De acuerdo con Fuger et al. (2021), la problemática de los residuos plásticos debe atenderse con soluciones donde, en un proceso iterativo, se integren diferentes visiones y colaboraciones a todas las

escalas. También la Organización de Naciones Unidas recomienda que el mejor modelo para atender el problema de los residuos plásticos es el trabajo coordinado entre industrias, consumidores y gobiernos para apoyar el control y promover alternativas sustentables a los plásticos (PNUMA 2018). Igualmente, en los trabajos que se han realizado sobre valorización de los residuos plásticos en México se ha constatado que la mejor forma de atender la contaminación por plásticos es mediante ejercicios de articulación entre autoridades gubernamentales con el sector productivo y la sociedad (Vázquez-Morillas et al. 2016).

A los modelos de coparticipación de responsabilidades donde se promueve la intervención de todos los sectores para la atención de un problema público se les denomina gobernanza (Lemos y Agrawal 2006). En los procesos de gobernanza son necesarios mecanismos que identifiquen la diversidad y fomenten la inclusión y participación (Landemore 2012). Por lo tanto, la gobernanza en materia de residuos plásticos debería aspirar a la corresponsabilidad entre la diversidad de los actores y sectores de la sociedad para atender un problema de interés público.

En México las legislaciones estatales de gestión de residuos se han reformado para adicionar apartados donde establecen los tipos de plásticos a regular, así como los sectores corresponsables. En 2021, 29 de las 32 entidades federativas mexicanas ya contemplaban en sus legislaciones a sectores como la academia, al sector productivo, al comercial y a la sociedad en general para participar junto con el gobierno en la corresponsabilidad de los PIU. Esta evolución de las legislaciones mexicanas es un logro ambiental, pero

al mismo tiempo una alerta para atender el problema de forma conjunta y urgente.

Considerando lo anterior, este estudio tiene como objetivo examinar la diversidad de actores y su inclusión como sectores en las legislaciones que hasta ahora regulan a los PIU en México. La aportación del estudio es ofrecer un diagnóstico de la diversidad e inclusión de los sectores corresponsables en la gestión de residuos plásticos y detectar las áreas de oportunidad donde exista la posibilidad de aumentar la corresponsabilidad.

Es entonces que el texto se compone de cuatro apartados. En el primero se presenta un breve panorama sobre las legislaciones que incluyen a los PIU en México, en el segundo se integra un marco teórico desde la gobernanza y el análisis de redes para situar la problemática, en el tercer apartado se presenta la metodología del análisis de redes, en el cuarto los resultados gráficos y métricos junto con la discusión donde se profundiza sobre la diversidad e inclusión para atender la problemática en cuestión.

Cabe mencionar que este estudio es el primero en analizar las políticas de PIU a nivel nacional de forma cuantitativa y cualitativa aportando además una metodología novedosa en este campo de estudio, la cual podría ser aprovechada para facilitar la tarea de los tomadores de decisiones o para investigaciones que consideren la revisión legislativa cuantitativa.

ANTECEDENTES

Las reformas para regular PIU en las leyes de gestión de residuos en México son recientes. Así, en 2021, 29 de las 32 entidades federativas consideraban en sus leyes estatales instrumentos para hacerlo. Dentro de cada una de las 29 legislaciones estatales se establecieron los plásticos a regular y los actores que deben participar. Sin embargo, por la soberanía que le es conferida a las entidades federativas por el Art. 41 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM 2022), existe una amplia diversidad en la forma de responder a lo concerniente en el régimen interior. Por esta razón es importante estudiar las implicaciones de los distintos enfoques en materia de regulación de PIU.

Se puede observar que la mayor parte de las regulaciones estatales se enfocan a unos cuantos tipos de PIU. En efecto, las 29 entidades federativas que tienen legislaciones en materia de PIU regulan bolsas, popotes y poliestireno expandido (EPS). Vázquez-Morillas et al. (2016) documentaron que para atender el problema general de gestión de residuos

plásticos las autoridades mexicanas se centraron mayormente en la prohibición de las bolsas de un sólo uso. Esta característica legislativa representa un primer obstáculo para abordar el problema de los PIU ya que además de las bolsas, la categoría considera empaques, cubiertos, popotes y otros artículos de uso común fabricados con plástico que se desechan a los pocos minutos de ser adquiridos.

Otra particularidad de las regulaciones de los PIU en México son los plazos que los gobiernos otorgaron para el cumplimiento de las leyes. En general se dieron entre seis a doce meses para el cumplimiento de las nuevas disposiciones en materia de PIU con el propósito de que los establecimientos y los productores de estos artículos se adaptaran a nuevas formas de brindar servicio para evitar pérdidas económicas (INCyTU 2019). Sin embargo, a comienzos del 2020 cuando se suponía que gran parte de las regulaciones de PIU en México entrarían en vigor, la pandemia de COVID-19 ocasionó una explosión en la producción y consumo de PIU para la atención y prevención de la enfermedad (Silva et al. 2021). En este sentido, es interesante considerar que durante la pandemia el incremento de residuos de plásticos no pudo frenarse dado que las regulaciones al plástico quedaron suspendidas en México entre 2020 y 2021 (CdMx 2021) e incluso muchas no alcanzaron a entrar en vigor.

En resumen, las nuevas reformas a las leyes estatales para disminuir los plásticos han enfrentado retos en la implementación e incluso antes de ponerlas en marcha, por lo que aún es prematuro evaluar sus resultados. Sin embargo, el presente estudio propone una manera de analizar las regulaciones evaluándolas desde la diversidad e inclusión de actores y sectores contemplados.

MARCO TEÓRICO

Los sustentos teórico-metodológicos de esta investigación son la gobernanza y la teoría de redes. Con ambos aportes se analizaron las legislaciones mexicanas enfocadas a la regulación de PIU. La gobernanza brindó el marco hacia donde se proyecta la corresponsabilidad de los sectores involucrados, mientras que el aporte de la teoría y metodología de las redes brindó una visión del escenario complejo de diversidad e inclusión. En este apartado se revisa tanto la gobernanza como la teoría de redes desde sus componentes teóricos.

Gobernanza para la gestión de problema públicos

La gobernanza es un concepto dinámico que alude a los procesos y mecanismos de interacción entre

los actores gubernamentales y no gubernamentales de los diversos niveles de la sociedad, basado en la interrelación de las estructuras formales e informales, los procedimientos y los procesos (Hoekstra 2006). El concepto de gobernanza es utilizado para explicar la transformación de un Estado tradicional donde las decisiones eran centralizadas y jerárquicas hacia otro donde existen interacciones entre actores sociales para atender una problemática en común (Martínez y Espejel 2015). Además, la gobernanza puede ser entendida como una etapa postgubernamental y no antigubernamental, en donde el redimensionamiento del gobierno permite que éste se enfoque en los asuntos de su competencia, recupere las finanzas públicas y reconstruya la capacidad directiva (Aguilar-Villanueva 2010).

En general, el concepto implica una forma diferente de gobernar caracterizada por la interacción de actores gubernamentales, del sector privado y la sociedad. Se puede entender como la coparticipación en las responsabilidades que anteriormente eran materia exclusiva de los gobiernos (Lemos y Agrawal 2006). Dicho de otra manera, la reorganización de esfuerzos y la cooperación de distintos sectores dentro de la gobernanza sirven para fortalecer al Estado en su función de dirección y compartir responsabilidades en la implementación de acciones dirigidas al bienestar público. Cabe mencionar que en un modelo de gobernanza se asumen las limitaciones e insuficiencia de la gestión gubernamental y se incluye a un mayor número de sectores e instrumentos para hacer frente a problemas públicos complejos, tales como la dispersión y la contaminación por PIU (Wagner 2022). En los problemas complejos, ningún actor de forma individual tiene el potencial de acción suficiente para utilizar eficientemente los instrumentos necesarios para resolver una situación adversa, por lo tanto, contar con un escenario de diversidad de sectores que aporten acciones para una mejor gestión del problema puede redundar beneficios mutuos (Kooiman 2005).

La participación de los gobiernos para dirigir a la diversidad de sectores es esencial. Por eso, los gobiernos deben asumir la conducción de acuerdos, colaboración y asociación con los sectores ciudadanos (Aguilar-Villanueva 2020). Sobre todo, si lo que se pretende es la corresponsabilidad en temas ambientales enfocados en redistribuir responsabilidades y motivar la participación y contribución de actores no estatales como la sociedad civil, empresas y mundo académico (Simon y Schulte 2017). En la siguiente sección se precisa cómo gestionar esta diversidad.

Diversidad e inclusión en la gobernanza

El teorema de Landemore (2012) sobre la diversidad en la toma de decisiones se fundamenta en el principio de que un grupo de personas resolviendo un problema genera una solución más inteligente que la de cualquier individuo del grupo. Aunque se reconoce que siempre existen limitaciones de conocimientos entre los individuos, la diversidad de formas de pensar aporta para un conocimiento mayor. En breve, la diversidad es un recurso valioso para la resolución de los problemas públicos.

Sin embargo, en el mundo real, el conflicto es una variable siempre presente para la toma de decisiones debido a los intereses individuales y los recursos desiguales. Por esta razón, al atender un problema de interés público de forma conjunta y diversa no debe negarse ni invisibilizarse el conflicto. Para ello, las gestiones gubernamentales deben ser capaces de procesarlo y reconstituir la esfera pública, con lo que se podría dar paso a la interacción entre política pública y acción pública (Canto-Chac 2008). Así, la capacidad de identificar a la diversidad de actores y sectores que inciden en la generación y gestión de PIU promovería formas de resolver este problema común, aportando desde sus singularidades y propios conflictos.

Es importante notar que la gestión de la diversidad también debe considerar el cómo se integra a grupos heterogéneos en una sociedad. Generalmente la inclusión se aborda desde la exclusión proponiendo formas de hacer más equitativa a la sociedad. En los sistemas democráticos, la dualidad entre inclusión y exclusión deja ver problemas como la falta de justicia, de oportunidades y la discriminación y marginación (Zilla 2022).

Por ejemplo, para el tema de inclusión de los trabajadores informales de residuos se ha propuesto abrir oportunidades de empleo formal donde existan derechos laborales, seguridad social y reconocimiento (Shammah y Saidón 2018) ya que actualmente son un grupo que aporta a la sociedad servicios de gestión de residuos, pero sin inclusión social. En México se ha documentado la relevancia de este sector desde el estudio de los grupos de pepenadores o recicladores en la gestión de los plásticos, que es innegable y va más allá de la aplicación de políticas y reglamentos escritos (Guibrunet 2019).

Perspectivas de la gobernanza mexicana en materia de residuos

Bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G (CPEUM 2022) la prevención de la generación, la valorización y la

gestión integral de residuos, corresponden a los gobiernos en sus tres órdenes jerárquicos. Pero la falta de cooperación entre municipios, la baja coordinación intergubernamental y la discontinuidad de programas de gestión por alternancias políticas o competencia entre partidos ha ocasionado un deficiente ejercicio de las funciones conferidas a los gobiernos (Trejo-Nieto et al. 2018).

De acuerdo con Jiménez-Martínez (2016) la complejidad del problema por cuestiones de incremento de residuos y gestión ha motivado la tendencia por descentralizar la intervención pública en la gestión de residuos. Esto también se observa en el artículo 25 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, en donde se marca que dentro del Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos se debe aplicar la responsabilidad compartida donde diferentes sectores sociales, productivos y los tres órdenes de gobierno deben participar (LGPGIR 2021). Para los grandes generadores, productores y distribuidores de P1U, como el poliestireno, el artículo 27 (LGPGIR 2021) indica que deberán participar con planes de manejo bajo los principios de responsabilidad compartida.

Considerando la responsabilidad compartida antes señalada, también las reformas que se han hecho a las leyes estatales de gestión de residuos incluyen disposiciones para la participación de otros sectores como la academia, el sector privado (comercial y productivo), así como la sociedad en general. Cabe mencionar que la gobernanza que se plantea en este estudio va dirigida hacia la corresponsabilidad para la regulación de los P1U. Es así como se visualiza un proceso de inclusión donde se logre la coparticipación de las partes involucradas en la producción, consumo y aprovechamiento de los P1U. El análisis de redes permite visualizar este proceso y es el tema de la siguiente sección.

Teoría de redes para el análisis de la gobernanza

El análisis de redes es útil porque de forma teórica, empírica y metodológica permite visibilizar actores, vínculos y recursos que son relevantes para explicar y entender los procesos políticos en un tiempo determinado (Porras 2021). En el tema de los P1U ya se han empleado las redes desde diferentes perspectivas y los resultados además de ser cualitativos ofrecen la posibilidad de medir y visualizar gráfica y cuantitativamente la problemática. Por ejemplo, se ha estudiado la complejidad del flujo internacional de los residuos plásticos (Pacini et al. 2021) y las barreras para aplicación de políticas públicas que limitan el uso de plásticos en India donde se logró identificar

y los actores y acciones que son barreras para la implementación de políticas públicas en materia de P1U en India (Vimal et al. 2020).

La teoría de redes o grafos propone representaciones gráficas de las propiedades de un conjunto previamente definido de actores y sus interacciones, y para el caso de las regulaciones de plásticos resulta útil para asimilar la diversidad de las legislaciones de cada una de las 32 entidades mexicanas. En especial porque la teoría de redes aporta los fundamentos para encontrar los factores concomitantes o causales de una problemática a partir de las relaciones existentes o inexistentes entre los nodos (Lozarez 1996).

Tipos de red

Los dos elementos básicos de una red son los nodos, que pueden ser actores, organismos o entidades federativas y los enlaces, que se definen como los vínculos, relaciones o interacciones entre nodos (Hanneman 2000, Velázquez-Álvarez y Aguilar-Gallegos 2005). En la teoría de redes tanto nodos como enlaces muestran las relaciones de un conjunto.

Las vinculaciones entre nodos con enlaces se denominan redes y los tres tipos que existen son: dirigidas, no dirigidas y bipartitas. Las redes dirigidas y las no dirigidas se diferencian porque en las primeras se marca el flujo específico de la información entre nodos, mientras que en las segundas el enlace significa conexión sin una dirección en particular. Tanto en las redes dirigidas como en las no dirigidas todos los nodos se pueden vincular entre ellos, a diferencia de las redes bipartitas. En una red bipartita las conexiones se hacen entre dos grupos distintos de nodos y no hay interacciones directas con los nodos del mismo grupo (Jordano et al. 2009). En este estudio se utilizaron dos redes bipartitas para relacionar a las entidades con los sectores corresponsables en materia de P1U.

Métricas

La manera de medir el grado de importancia de los elementos de las redes es mediante métricas de centralidad. La centralidad es una medida que proporciona la importancia relativa de cada variable en un conjunto de datos (Kauffmann 2011). Las medidas de centralidad utilizadas en este estudio se describen en el **cuadro I** y son: densidad, grado de centralidad, centralidad entre nodos. La cuantificación de las relaciones entre los nodos brinda la posibilidad de entender los elementos centrales de un conjunto y de esta manera es posible ofrecer una perspectiva objetiva de las relaciones (o ausencia de ellas) en una red.

CUADRO I. MÉTRICAS DEL ANÁLISIS DE REDES.

Métricas	Interpretación en la red
Densidad Describe la cantidad de nodos conectados al componente principal y la existencia de otros componentes secundarios o nodos aislados.	A mayor grado de densidad se interpreta una mayor cohesión de las redes. La existencia de subconjuntos muestra que existen nodos que se relacionan de manera diferente al componente principal.
Centralidad Recuento del número de enlaces que tiene un nodo con respecto al conjunto de datos.	A mayor número de enlaces los nodos tienen más posibilidades de diversificación de sus relaciones. Un alto número de enlaces para un nodo señala relaciones diversificadas y que éste es central para la red.
Centralidad entre nodos Un nodo es central si se vincula con otros nodos de su conjunto y de conjuntos alternos.	Los nodos que actúan como puentes son relevantes porque tienen oportunidades de comunicar o transferir información. Los nodos con mayor grado de centralidad tienden a uno porque son los puentes para alcanzar cualquier otro nodo del componente.

Fuente: Elaboración propia con información de Velázquez-Álvarez y Aguilar-Gallegos (2005) y Kauffmann (2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este apartado se divide en dos secciones, la primera corresponde a la revisión de las 32 legislaciones correspondientes a las entidades federativas mexicanas y en la segunda sección se profundiza en la forma de definir los nodos y enlaces de las redes de diversidad e inclusión.

Revisión legislativa, clasificación de actores y sectores para las redes

La revisión legislativa incluyó los textos que estaban publicados en órganos de difusión oficial hasta el mes de abril de 2021. El proceso constó de tres pasos:

1. Revisión de las 32 leyes sobre gestión de residuos, donde se establecían regulaciones en materia de PIU;
2. Identificación de las entidades reguladoras;
3. Registro de la diversidad de actores y sectores con responsabilidad en la materia.

En el punto tres al encontrar diversidad en los actores regulados se decidió agruparlos por sectores: Académico, Económico, dividido en dos: producción y distribución-comercialización (DIS-COM) y Sociedad (SOC). Esta clasificación está basada en la propuesta de Naciones Unidas (UNEP 2018) que es una guía para los tomadores de decisiones donde se hace énfasis en el involucramiento de los todos los sectores de la sociedad para la atención de los problemas ambientales.

Modelación de las redes

El análisis de redes ofrece herramientas para realizar sistematizaciones de los procesos de regulación

de los PIU. La información derivada de la revisión legislativa se ordenó en dos redes para representar la diversidad y la inclusión. Para sistematizar y cuantificar los elementos de las redes se empleó el programa de libre acceso Cytoscape versión 3.8.0 (NIGMS-NRNB 2018).

Nodos y enlaces de las redes bipartitas

Tanto la red de diversidad como la red de inclusión son redes bipartitas por tener dos tipos diferentes de nodos. En la primera red sobre diversidad se presentan los 67 actores encontrados y se vinculan con las 32 entidades federativas. En la segunda red se muestran únicamente a las 29 entidades federativas reguladoras y su vinculación con los sectores de academia, sector económico de distribución -comercialización, producción y sociedad. Cabe mencionar que la segunda red es una proyección de la primera para observar las áreas de oportunidad para un proceso de gobernanza de los plásticos desde los sectores. La proyección en una red sintetiza la información de las relaciones entre los nodos (Cura-Rodrigo y Vezub-Julio 2014). Para este caso, la segunda red fue útil para observar qué sectores, por entidad, ya están considerados por las legislaciones y cuales aún están pendientes.

Estadística de la red de inclusión

A fin de detallar la red de inclusión los resultados se complementan con una gráfica donde se muestran los porcentajes que representa cada sector cuando las entidades los incluyen como corresponsables de la disminución de PIU. Los datos de la gráfica se obtuvieron del cálculo generado por la red y generando un promedio ponderado.

mercados, comercios, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, farmacias y restaurantes.

Del lado izquierdo del componente principal de la red observamos que existe mayor diversidad de actores y de sectores. En general de este lado se encuentran las entidades que regulan, involucrando empresas productivas o fábricas, a la sociedad y a los consumidores, así como a los centros de investigación y universidades (**Fig. 1**). El **cuadro II** muestra el resumen general de la red de diversidad en cuanto a sus métricas.

Estas métricas ofrecen un panorama objetivo que indica las áreas donde es mayor la diversidad de actores involucrados en las regulaciones de los P1U. En general, Morelos tiene la mayor diversidad de actores para la corresponsabilidad en la materia de P1U. La diversidad plasmada en la legislación de Morelos involucra a actores como el comercio ambulante, a pesar de que es una actividad regularmente asociada a la economía informal. La mención del sector informal en una ley, puede ser un antecedente para que, eventualmente, se incluya en la gobernanza a pepenadores, recicladores, carreteneros y compradores de PET, los cuales son relevantes de facto en la gestión local de residuos. Efectivamente, de acuerdo con diversos estudios, este tipo de actores es crucial para la gobernanza de los residuos plásticos (Trejo-Nieto et al. 2018 y Guibrunet 2019).

Es un hecho que los pepenadores, recicladores y actores de gestión de residuos han aportado para la gobernanza de los residuos, pero sin reconocimiento legislativo. No obstante, existe una propuesta de la Ley General de Economía Circular de 2021 y el Programa de gestión integral de residuos de la Ciudad de México donde se está motivando la inclusión a partir del involucramiento del “sector informal” con microempresas y cooperativas (Gutiérrez-Galicia et al. 2020).

Red de inclusión

Al igual que para la red de diversidad, el análisis de la red de inclusión parte de componentes, estructura y métricas. En la **figura 2** se presentan los componentes de la red son que son las 29 entidades reguladoras y los cuatro sectores involucrados en la regulación de los P1U. A primera vista destaca el nodo del sector de DIS-COM, ya que vincula a 26 de las 29 entidades federativas que lo reconocen como corresponsable para regular los P1U. En general, la red indica que el 90 % de las entidades federativas se apoyan del sector de DIS-COM para regular la problemática.

Reforzando el resultado de la **figura 2**, en el resumen estadístico de la **figura 3** se muestra que cuando las entidades federativas incluyen a un sector, en el 85 % de los casos es el de DIS-COM. Este

CUADRO II. MÉTRICAS DE CENTRALIDAD EN LA RED DE DIVERSIDAD.

Métrica	Valor	Descripción
Densidad	Componentes de la red (4)	Red no homogénea que muestra casos aislados donde existen entidades que regulan sin relación con la mayoría o que no tienen regulaciones en la materia.
		Componente 1, Es el componente más grande y agrupa a 27 entidades federativas que comparten a los actores regulados.
		Componente 2, Chihuahua es la única entidad en el segundo componente y regula a responsables de distribución, responsables de elaboración, generadores de residuos.
		Componente 3, Querétaro es la única entidad en el tercer componente y es el único que menciona al actor de unidad económica.
Centralidad	Nodo con mayor centralidad (21)	Morelos cuenta con 21 enlaces con diversos actores regulados. La mayoría de estos actores pertenecen al sector económico de distribución y comercialización.
Centralidad entre nodos	Nodo con mayor grado de centralidad (1)	En el caso del nodo “Sin regulación”, Estado de México, Jalisco y Tlaxcala se vinculan porque ninguno ha registrado en sus legislaciones regulaciones para P1U y no tienen diversificados sus enlaces hacia otros nodos.

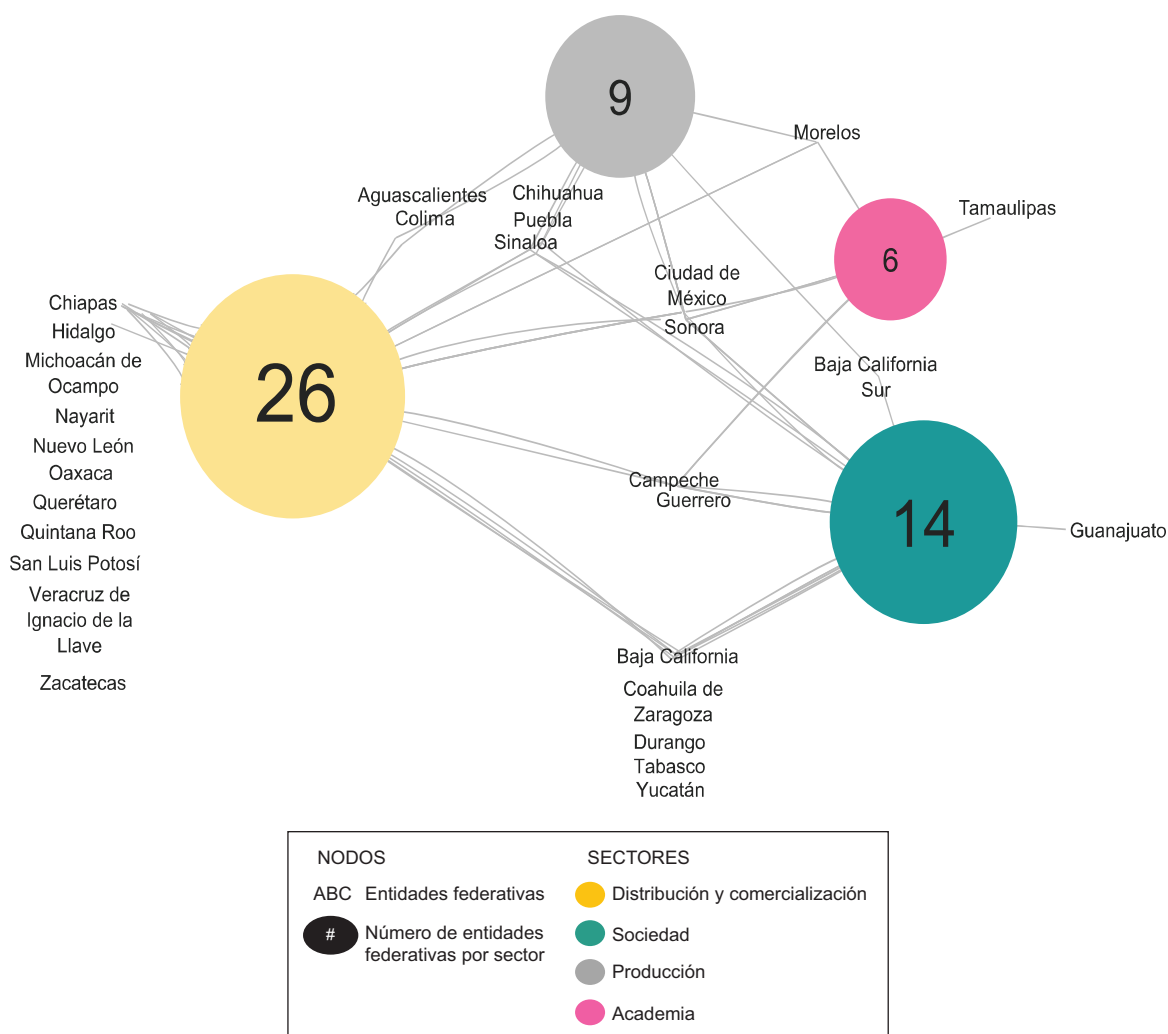


Fig. 2. Red de inclusión de sectores regulados por las entidades federativas en materia de plásticos de un sólo uso.

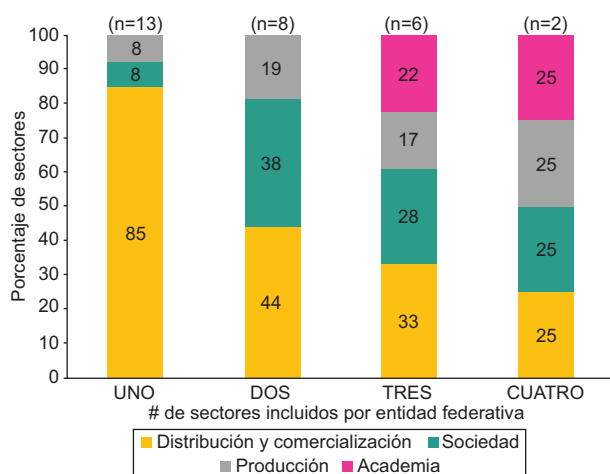


Fig. 3. Porcentaje de sectores en las entidades federativas reguladoras.

porcentaje va disminuyendo a medida que se incluye a otros sectores, por ejemplo, cuando se incluyen a dos sectores el porcentaje de DIS-COM baja a 44 % y las entidades distribuyen la responsabilidad también en un 38 % con la sociedad y 19 % con el sector de producción. Esta tendencia también se observa cuando las entidades tienen enlaces con más de tres sectores, en este caso la responsabilidad está más balanceada, aunque persiste la mayor inclusión del sector DIS-COM. Es hasta que las entidades logran incluir en sus leyes a los cuatro sectores cuando la responsabilidad se reparte de manera equitativa, como se puede observar en la última columna de la gráfica donde cada sector representa el 25 % de los enlaces con las entidades. Únicamente la Ciudad de México y Sonora incluyeron a los cuatro sectores en sus legislaciones, como se puede observar en la red.

La información de las métricas en el **cuadro III** ratifica que existe un desequilibrio en la repartición de responsabilidades. Ante este panorama, el riesgo de una gobernanza que incluya exclusivamente al gobierno y al sector económico como corresponsables en la gestión de residuos podría ocasionar que se normalice la contaminación sin intentar reducirla, en caso de no aplicarse los incentivos adecuados (Harrison y Antweiler 2003). Las estrategias donde prevalece únicamente el sector económico pueden hacer rentable el mercado de residuos y fomentar iniciativas tecnológicas y de inversión del sector privado para mecanismos de desarrollo limpio (Hettiarachi et al. 2018). Sin embargo, siempre hay un nivel de riesgo, por ejemplo, cuando el mercado de importación de residuos plásticos en China cerró en 2018, diversos países europeos y de América del Norte tuvieron una crisis de gestión de residuos por no contar con mercados de exportación de plásticos. Y aunque es cierto que por un lado se mejoraron las prácticas de separación de residuos en los lugares donde se producían los plásticos, por otro se normalizó el flujo de residuos ya que eran administrados “sosteniblemente”. No obstante, esto ocasionó un problema de insuficiencia para administrar los volúmenes de residuos plásticos y simplemente se solucionó transfiriendo esos residuos hacia otros mercados. Esto significó una desterritorialización de la problemática (Pacini et al 2021). Actualmente, Malasia y Tailandia se convirtieron en los mercados emergentes para recibir los residuos que antes compraba China, sin embargo, anunciaron el próximo cierre de sus mercados, ya que consideran que no existe las capacidades para gestionar el flujo masivo de plásticos (Kettunen et al. 2019). Además, no les sería conveniente convertirse en los vertederos de basura internacional porque su economía depende fuertemente del turismo.

Este escenario muestra los riesgos a los que podría enfrentarse México de encaminar la gobernanza de la mano del sector de DIS-COM únicamente.

CONCLUSIONES

A través de un análisis de redes aplicado a las legislaciones mexicanas que regulan los P1U se observó el proceso de la construcción de gobernanza en la materia. Este análisis contempló la diversidad de actores e inclusión de sectores y además se lograron dos redes que describen los procesos políticos actuales y las áreas de oportunidad.

En cuanto a la diversidad de actores que se contemplan en las legislaciones de gestión de residuos para regular los P1U en México, los resultados más significativos en la red fueron dos: el primero es que casi una tercera parte de las 29 entidades federativas reguladoras consideran a los actores del sector económico de DIS-COM como centrales. De allí que, de las tiendas de autoconsumo, de conveniencia y departamentales, así como supermercados, comercios y restaurantes dependa en gran medida la reducción de los residuos de P1U en México. Lo cual refuerza el argumento sobre que las regulaciones están fuertemente dirigidas a la prohibición de las bolsas de plástico. El segundo punto tiene que ver con que aún existe una mínima representación de los pepenadores y actores de gestión de residuos no formales para el tema de la gobernanza. Lo cual genera vacíos de información y pérdida de valiosas visiones para la construcción de un modelo de corresponsabilidad.

En lo que respecta a la red de inclusión de sectores en las regulaciones de P1U, se mostró que el 90 % de las entidades reguladoras de plásticos incluyen al sector de DIS-COM en sus legislaciones para regular los P1U. Sin embargo, los sectores de

CUADRO III. MÉTRICAS DE CENTRALIDAD EN LA RED DE INCLUSIÓN.

Métrica	Valor	Descripción
Densidad	Componentes de la red (1)	Red homogénea que muestra que la red conecta a las 29 entidades federativas que regulan los P1U con los cuatro sectores.
Centralidad	Nodo con mayor centralidad (26)	El nodo de distribución y comercialización se vincula con 26 de las 29 entidades federativas en la red. Esta vinculación lo convierte en el nodo con mayor corresponsabilidad junto con el gobierno para atender la problemática de los de P1U.
Centralidad entre nodos	Nodo con mayor grado de centralidad (0.76)	Nuevamente el nodo de distribución y comercialización es el que tiene el mayor grado de centralidad. Esto se debe a que alcanza a un mayor número de entidades federativas a diferencia de los sectores Sociedad, Academia e Industrial.

producción, academia y sociedad podrían realizar acciones conjuntas para la innovación, transición tecnológica, generación y divulgación de conocimiento, así como reducción y modificación del consumo de plásticos en sus unidades domésticas o instituciones. Como se discutió, la mayor problemática de un modelo de corresponsabilidad dirigido por el mercado y con acciones efectuadas desde los comercios es la pérdida de oportunidades para reducir, eliminar, transformar y sustituir los plásticos o proponer modelos de economía circular. Esta carencia fue evidente durante la pandemia, ya que se tuvo que regresar a los modelos de consumo y desecho de plásticos como antes de las regulaciones para reducir los P1U.

Aunque en México se cuenta con leyes generales en materia de prevención y gestión integral de residuos, así como de equilibrio ecológico y protección al ambiente y además con recursos jurídicos para obligar a los productores a hacerse cargo de los impactos negativos de su producción, aún hay retos como la resistencia a asumir las responsabilidades. Para el tema de la reducción de los P1U en México es necesario avanzar con mecanismos que refuercen la responsabilidad de otros sectores, por ejemplo, con la implementación efectiva de la responsabilidad extendida del productor, la cual implica que los costos y la gestión sean asumidos por los generadores de residuos; o con la implementación de modelos de economía circular, que por ejemplo en la Ciudad de México ya está formalizada mediante la Ley de Economía Circular de la Ciudad de México.

Finalmente, es necesario remarcar que la gobernanza en materia de P1U es necesaria en tanto aportaría para la recuperación de las finanzas y capacidades gubernamentales al distribuir la responsabilidad con otros sectores. Sin embargo, este estudio demostró que aún hay mucho por hacer, ya que confiar únicamente en frenar los plásticos mediante la corresponsabilidad del sector de DIS-COM limita otras posibilidades y puede que no sea suficiente para afrontar dicha problemática compleja.

AGRADECIMIENTOS

La primera autora agradece al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Esta investigación contó con el respaldo de la Beca Nacional 660253, otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Además, se agradece la valiosa contribución de la Dra. Laura Elena Martínez Salvador y el Dr. Gabriel

Ramos Fernández en la revisión del manuscrito y el diseño de las redes, respectivamente. También se agradece a la Mtra. Luz Palestina Llamas Guzmán y al Mtro. Nahum Elías Orocio Alcántara por su apoyo con el uso del programa de redes y las referencias bibliográficas.

REFERENCIAS

- Aguilar-Villanueva L. (2010). El futuro de la gestión pública y la gobernanza después de la crisis. *Frontera Norte* 22 (43), 187-213.
- Aguilar-Villanueva L. (2020). Democracia, gobernabilidad y gobernanza. Conferencias magistrales temas de democracia. Instituto Nacional Electoral, Ciudad de México, México, 140 pp.
- Benson N., Bassey D.E. y Palanisami T. (2021). COVID pollution: Impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint. *Heliyon* 7 (2021), e06343. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06343>
- Bernanche-Pérez G. (2015). La gestión de residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente* 1 (7), 72-98.
- Canto-Chac M. (2008). Gobernanza y participación ciudadana en las políticas públicas frente al reto del desarrollo. *Política y Cultura* 30 (2008), 9-37.
- CDMX (2021). Comunicado de prensa Jefatura de gobierno de la Ciudad de México: se suspenden actividades económicas no esenciales en la Ciudad de México y Estado de México hasta el 10 de enero de 2021 [en línea]. <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/se-suspenden-actividades-economicas-no-esenciales-en-la-ciudad-de-mexico-y-estado-de-mexico-hasta-el-10-de-enero-de-2021-10/10/2022>
- CPEUM (2022). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, México. 18 de noviembre de 2022.
- Cura-Rodrigo R. y Vezub-Julio E. (2014). Análisis de grafos bipartitos en función de múltiples proyecciones: aplicación a un caso de estudio histórico. *Memorias. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Buenos Aires, Argentina. 20 al 24 de octubre, 2014. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de la Plata.
- Elhacham E., Ben-Uri L., Grozovski J.M., Bar-On I. y Milo R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* 588 (17), 442-44. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>
- Fuger S., Köhl A., Ströhle T., Lang M., Fuller J. y Hutter K. (2021). Fighting the wicked problem of plastic pollution and its consequences for developing regions with

- expert and crowd solutions. *Memorias*. 54th Hawaii International Conference on System Sciences. Hawaii, EUA. 5 de enero, 2021, pp. 597-606.
- Geyer R., Jambeck J.R. y Law K.L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3 (7), 25-29. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Guibrunet L. (2019). What is “informal” in informal waste management? Insights from the case of waste collection in the Tepito neighbourhood, Mexico City. *Waste Management* 86 (2019), 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.021>
- Gutiérrez-Galicia F., Coria-Páez A.L., Tejeida-Padilla R. y Galicia-Haro E.F. (2021). A system for the inclusion of the informal recycling sector (IRS) in Mexico City's solid waste management. *Sustainability* 13 (22), 12490. <https://doi.org/10.3390/su132212490>
- Hanneman R.A. (2000). Propiedades básicas de las redes y de los actores. En: *Introducción a los métodos de análisis de redes sociales*. (R. Hanneman y M. Riddle, Eds.). Universidad de California, Riverside, EUA, pp. 3-26.
- Harrison K. y Antweiler W. (2003). Incentives for pollution abatement: Regulation, regulatory threats, and non-governmental pressures. *Journal of Policy Analysis and Management* 22 (3), 361-382. <https://doi.org/10.1002/pam.10137>
- Hettiarachi H., Ryu S., Caucci S. y Silva R. (2018). Municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective. *Recycling* 3 (19), 1-15. <https://doi.org/10.3390/recycling3020019>
- Hoekstra A. (2006). The global dimension of water governance: Nine reasons for global arrangements in order to cope with local water problems. *Value of Water Research Report Series No. 20*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization e Institute for Water Education, Ámsterdam, Países Bajos, 29 pp.
- INCYTU (2019). Nota 0345: plásticos en los océanos. Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión [en línea]. https://foro-consultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_19-034.pdf 05/09/2022
- Jiménez-Martínez N.M. (2016). Gestión integral de los residuos sólidos urbanos y producción de desigualdades: construcción de la geografía de los desechos en México. En: *Premio Nacional de Investigación Social y de Opinión Pública 2016* (A. López-Morcillo, Ed.). Cámara de Diputados / LXIII Legislatura, Distrito Federal, México, pp. 13-48.
- Jordano P., Vázquez D. y Boscompte J. (2009) Redes complejas de interacciones mutualistas planta-animal. En: *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. (R. Medel, M. Aizen y R. Zamora, Eds.). Universitaria, Santiago, Chile, pp. 23-25.
- Kauffmann M. (2011). Efficiently using GPU memory. En: *CUDA Application Design and Development*. (R. Farber, Ed.). Elsevier. Ámsterdam, Países Bajos, pp. 133-156. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-388426-8.00006-9>
- Kettunen M., Gionfra S. y Monteville M. (2019). EU circular economy and trade: Improving policy coherence for sustainable development. Institute for European Environmental Policy, Bruselas, Bélgica, 52 pp.
- Kooiman J. (2005). Gobernar en gobernanza. En: *La gobernanza hoy: 10 textos de referencia* (A. Cerrillo-Martínez, Comp.) Ministerio de Administraciones Públicas, Madrid, España, pp. 57-82.
- Landemore H. (2012). Why the many are smarter than the few and why it matters. *Journal of Public Deliberation* 8 (1), 4-16. <https://doi.org/10.16997/jdd.129>
- Lemos M.C. y Agrawal A. (2006). Environmental-governance. *Annual Review of Environment and Resources* 31 (2006), 297-325.
- LPGIR (2021). Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, México. 18 de enero de 2021.
- Lozarez C. (1996). La teoría de las redes sociales. *Papers* 48 (1996), 103-126. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v48n0.1814>
- Martínez N. y Espejel I. (2015). La investigación de la gobernanza en México y su aplicación ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio* XV (47), 153-183.
- Pacini H., Shi G., Sanches-Pereira A. y Filho A.C. da S. (2021). Network analysis of international trade in plastic scrap. *Sustainable Production and Consumption* 27 (2021), 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.027>
- PNUMA (2018). El estado de los plásticos. Perspectiva del día mundial del medio ambiente 2018. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [en línea]. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25513/state_plastics_WED_SP.pdf?sequence=5 15/02/2022
- Porras F. (2021). Redes, gobernanza y metagobernanza. En: *¿Redes o gobernanza? Experiencias de colaboración entre actores* (M.E. Morales-Fajardo y C. Cadena-Inostroza, Eds.). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, México, pp. 49-81.
- Shammah C. y Saidón M. (2018). Recuperadores urbanos: miradas sobre su inclusión social en la gestión integral de residuos en la Región Metropolitana de Buenos Aires. En: *Recicloscopio V* (J.P. Schamber y F.M. Suárez, Eds.). Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires, Argentina, pp. 155-188.
- Silva A.L.P., Prata J.C., Walker T.R., Duarte A.C., Ouyang W., Barcelò D., y Rocha-Santos T. (2021). Increased

- plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal* 405 (2021), 126683. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>
- Simon N. y Schulte M.L. (2017). Stopping global plastic pollution: The case for an international convention. Heinrich Böll Foundation y Adelphi, Berlín, Alemania, 56 pp.
- Trejo-Nieto A.B., Niño-Amezquita J.L. y Vázquez M.L. (2018). Governance of metropolitan areas for delivery of public services in Latin America: the cases of Bogota, Lima and Mexico City. *Region* 5 (3), 49-73. <https://doi.org/10.18335/region.v5i3.224>
- UNEP (2018). Single-use plastic: A roadmap for sustainability. United Nation Environment Programme. United Nations Environment Programme e International Environmental Technology Centre [en línea]. <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability> 05/02/2022
- NIGMS-NRNB (2018). Cytoscape Consortium. National Institute of General Medical Sciences and National Resource for Network Biology [en línea]. <https://cytoscape.org/> 26/05/2022
- Vázquez-Morillas A., Velasco-Pérez M., Espinosa-Valdemar R.M., Morales-Contreras M., Hernández-Islas S., Ordaz-Guillén M.Y.L. y Almeida-Filgueira H.J. (2016). Generación, legislación y valorización de residuos plásticos en Iberoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 32 (Especial Residuos Sólidos), 63-76. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.05>
- Velázquez-Álvarez O.A. y Aguilar-Gallegos N. (2005). Manual introductorio al análisis de redes sociales. *Revista Redes*, Documentos del taller de análisis de redes sociales [en línea]. <http://revista-redes.rediris.es/webredes/> 11/11/2022
- Vimal K.E.K., Mathiyazhagan K., Agarwal V., Luthra S. y Sivakumar K. (2020). Analysis of barriers that impede the elimination of single-use plastic in developing economy context. *Journal of Cleaner Production* 272 (2020), 122629. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122629>
- Wagner M. (2022). Solutions to plastic pollution: A conceptual framework to tackle a wicked problem. En: *Microplastic in the environment: Pattern and process*. (M. Bank, Ed.) Springer Cham, pp. 333-352. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78627-4>
- Zilla C. (2022) Defining democratic inclusion from the perspective of democracy and citizenship theory. *Democratization* 29 (8), 1518-1538. <https://doi.org/10.1080/13510347.2022.2090929>