







# Análisis de interacciones de los actores de la red de conocimiento en salud ambiental del Observatorio Nacional de Salud de Colombia

## Actors interactions analysis of the environmental health knowledge network of Colombian National Health Observatory

Sandra Patricia Misnaza-Castrillón<sup>1</sup> ; Mayra Alejandra Jiménez-Manjarres<sup>1</sup> ;  
Diana Marielly Santana-Rodríguez<sup>1</sup> ; Milena Edith Borbón-Ramos<sup>1</sup> ; Carlos Andres Castañeda-Orjuela<sup>1</sup> 

\*sandramisnaza@yahoo.com

**Forma de citar:** Misnaza SP, Jiménez MA, Santana D, Borbón ME, Castañeda Orjuela CA. Análisis de interacciones de los actores de la red de conocimiento en salud ambiental del Observatorio Nacional de Salud de Colombia. Salud UIS. 2023; 55: e23008. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.55.e:23008> 

### Resumen

**Introducción:** las interrelaciones positivas y negativas entre el hombre y el medioambiente impactan en la salud general de la población, por esto, la gestión del conocimiento y la transformación social, orientadas a la prevención de la exposición a factores de riesgo ambiental y a la creación de ambientes propicios, deben realizarse a través de acciones multidisciplinarias intersectoriales, como el trabajo colaborativo de redes del conocimiento. **Objetivo:** describir las interacciones entre los actores de la Red de Conocimiento de Salud Ambiental del Observatorio Nacional de Salud de Colombia (ONS), con el fin de promover, mejorar y fortalecer la colaboración, intercambio de información y planificación conjunta de acciones. **Metodología:** estudio descriptivo transversal de análisis de redes sociales mediante herramientas de minería de texto del lenguaje de programación R. Se analizaron las categorías de agua y saneamiento, clima, calidad del aire, radiaciones electromagnéticas e intoxicaciones químicas de un corpus documental de 99 textos de los actores de la red general de conocimiento en salud pública del ONS. Se calcularon medidas de centralidad y prestigio y se graficaron redes dirigidas multicapa con Power BI. **Resultados:** los actores con mayor centralidad en la red fueron: Ministerio de Salud y Protección Social, Superintendencia de Salud, Profamilia, universidades de Antioquia y La Salle, ONS, Observatorio de Salud Ambiental de Bogotá, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. Las cinco categorías analizadas presentaron bajas centralidades de grado, y las categorías de agua y clima mostraron mayor participación de los actores (más nodos e interacciones). **Conclusiones:** el análisis de redes sociales permitió identificar temas relevantes de salud ambiental entre los actores de la red del ONS, además de actores clave para desarrollar espacios de interacción y gestión del conocimiento. Acorde con las limitaciones del análisis, se sugiere la inclusión de aproximaciones bibliométricas para la actualización de las interacciones de la red.

**Palabras clave:** Redes sociales; Minería de datos; Gestión del conocimiento; Salud pública; Salud ambiental; Medioambiente y Salud pública.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Salud. Bogotá, Colombia.

## Abstract

**Introduction:** Positive and negative interactions between the human beings and the environment have an impact on the general health of the population. Therefore, it is necessary to use knowledge management and social transformation, in order to limit exposure to environmental risk factors by creating a favorable environment for healthcare. This should be carried out through multidisciplinary and intersectorial actions, such as the collaborative work of knowledge networks. **Objective:** To describe the interactions between the actors within the Environmental Health Knowledge Network Colombia's National Observatory of Health (ONS acronym in Spanish), in order to promote, improve and strengthen collaboration, information exchange and planning of collaborative actions. **Methodology:** Cross-sectional descriptive study to analyze social interactions through text mining tools by R, programmer language. Categories analyzed: Water and sanitation, climate, air quality, electromagnetic radiation and chemical poisoning. Data source: a documentary corpus of 99 texts done by actors of Environmental Health Knowledge Network of Colombia's ONS. We calculated centrality and prestige measures. We used Power BI in order to plot multi-layered directed networks. **Results:** Actors with greatest centrality in the network: Ministry of Health and Social Protection, Health Superintendency, Profamilia, Antioquia and La Salle universities, National Health Observatory, Bogotá's Observatory of Environmental Health, the Pan American Health Organization and the World Health Organization. The five categories analyzed provides a low centrality degree, and water and climate categories presented greater participation by actors (more nodes and links). **Conclusions:** Social interactions analysis provides the identification of relevant environmental health issues in Colombia and key actors in order to develop interaction spaces for knowledge management. The analysis had limitations that suggest the inclusion of bibliometric approaches for updating the interactions within the network.

**Keywords:** Social networking; Data mining; Knowledge management; Public health; Environmental health; Environment and Public health.

## Introducción

La salud ambiental (SA) estudia las interrelaciones positivas y negativas del ser humano con el medioambiente<sup>1</sup>, moduladas por la estructura social. La SA explora las prácticas de uso, manipulación, apropiación y explotación de los componentes ambientales y su relación con los efectos en la salud humana<sup>2</sup>; propende por la prevención de las enfermedades y los factores de riesgo ambiental, así como por la creación de ambientes propicios para la salud, a través de la acción multidisciplinar e intersectorial<sup>3</sup>.

El concepto de SA es amplio y variado y con controversias aún vigentes. A partir del informe de carga de la enfermedad ambiental del Observatorio Nacional de Salud (ONS)<sup>4</sup>, se identifican varias nociones de su aproximación conceptual: aquellas que se centran en los factores de riesgo como causa de enfermedad; aquellas que la ligan a los resultados en salud producto de la interacción compleja entre los humanos y el ambiente; y las vertientes asociadas a ejercicios de movilización ciudadana. Todas coinciden en la complejidad de las interacciones entre el ambiente, las poblaciones y sus consecuencias en salud.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la cantidad de años de vida saludable (AVISA) perdidos

por habitante a consecuencia de factores ambientales es 15 veces mayor en los países en desarrollo que en los desarrollados, y que el porcentaje de enfermedades diarreicas e infecciones de las vías respiratorias inferiores relacionadas con el medioambiente es entre 120 y 150 veces mayor en ciertas subregiones de países en desarrollo<sup>4</sup>. Respecto a Colombia, ya se ha cuantificado la magnitud de los desenlaces en salud atribuibles a la mala calidad del aire, del agua y por las pobres condiciones de saneamiento básico<sup>5</sup>.

La intervención de los factores de riesgo ambiental, bien sean físicos, químicos, biológicos o de aquellos que afectan el ecosistema como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la deforestación, es costo-efectiva y aporta beneficios que contribuyen al bienestar de las comunidades<sup>4</sup>. La reducción de la carga de enfermedad ambiental y de sus factores de riesgo contribuirá notablemente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible<sup>4</sup>, y las intervenciones sanitarias ambientales de abastecimiento de agua y saneamiento impactan directamente en las familias pobres y vulnerables, reducen los criaderos de vectores de arbovirus<sup>6</sup> y disminuyen la morbimortalidad de otras enfermedades transmitidas por el agua como cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomeilitis, meningitis, hepatitis y diarrea.

Sumar esfuerzos de actores y tomadores de decisiones para identificar, abordar, prevenir y controlar los factores de riesgo ambiental impacta en la salud general, mejora la productividad y aumenta el disfrute del consumo de bienes y servicios, por esto, el trabajo en red es una estrategia que contribuye al abordaje de los problemas de SA y al mayor conocimiento de estos, permite reducir la duplicación de esfuerzos, mejorar la coordinación de los mismos<sup>7</sup> y avanzar en procesos de transformación social<sup>8</sup>.

El análisis de las interacciones entre los actores de una red permite identificar, desde el análisis de redes sociales (ARS), la información a la que regularmente no se accede mediante métodos convencionales de investigación<sup>9</sup>, exponiendo canales de comunicación, flujos de información, colaboración y conexiones entre actores<sup>10</sup>, e identificando su proximidad y el grado de conocimiento entre ellos<sup>11</sup>. En ese sentido, el Instituto Nacional de Salud (INS) creó en el 2013 la Red de Conocimiento en Salud Pública (RCSP) del ONS, definida como la comunidad del conocimiento en salud pública del país que es fortalecida por la colaboración en forma de capital social<sup>12</sup>. Esta red fue conformada por instituciones nacionales y subredes específicas de conocimiento, que trabajaban en temas de salud pública en el país. La RCSP busca tener una estructura organizacional horizontal donde no existan jerarquías ni liderazgos en tensión y, por el contrario, donde los actores puedan desarrollar actividades conjuntas en una relación de cooperación y en pro de un beneficio común. Desde 2018 se realizan análisis de interacciones de la RCSP del ONS con metodología ARS y empleando técnicas de minería de texto en 16 categorías<sup>13</sup>. En 2020, a partir de los actores de la RCSP general con producción científica en el área de la salud ambiental, se estructuró la subred de conocimiento de esta categoría, constituida por 111 de esos actores que formalmente generaban conocimiento sobre esta temática.

Con base en lo anterior, el objetivo de este análisis fue describir las interacciones entre los actores de la red de conocimiento de salud ambiental del ONS de Colombia, para promover, mejorar y fortalecer la colaboración, el intercambio de información y la planificación conjunta de acciones que impacten en el medioambiente y en la salud de la población.

### **Metodología**

A partir del listado de actores de la red de SA conformado en 2020, se realizó un estudio descriptivo transversal, haciendo uso de la metodología ARS y

con herramientas de minería de texto. La información fue recolectada a través de las páginas web de actores institucionales previamente identificados en la red conformada en 2013<sup>12</sup> y a través de solicitud oficial mediante correo electrónico a los mismos actores, con el fin de trabajar a partir del interés de los actores en la conformación del corpus documental. Se recolectaron 99 documentos que incluían artículos científicos, documentos técnicos y documentos de política pública, que estaban enmarcados en la dimensión de SA del Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) de Colombia, escritos en español entre 2015 y 2020. No se realizó la búsqueda sistemática de literatura en bases de datos especializadas porque el eje del análisis era el uso de producción científica y técnica para informar la toma de decisiones, lo que no necesariamente se cumple con un artículo científico indexado, aunque no se excluyen del análisis cuando son reportados por las mismas instituciones.

Para el procesamiento de la información se establecieron cinco categorías de análisis: agua de consumo humano y saneamiento, calidad del aire, intoxicaciones químicas, clima y radiaciones electromagnéticas. Para cada una de estas categorías fueron identificados documentos base de frecuente referencia (acervos), con los cuales se clasificarían los archivos del corpus en una categoría específica, y listados de palabras clave definidas a partir de descriptores MeSH (*Medical Subject Headings*) y DeCS (descriptores en ciencias de la salud), denominados tesauros, y con los cuales también se cotejarían los documentos del corpus<sup>13</sup>.

Con base en algoritmos de minería de texto del lenguaje de programación R, versión 4.0.3, se eliminaron del texto del corpus números, signos de puntuación, conjunciones y preposiciones, de tal forma que quedarán únicamente verbos, adverbios, adjetivos y sustantivos, los cuales proveían el significado de cada texto. Estos fueron cotejados con los acervos y tesauros de cada categoría, y se contabilizó el porcentaje de los términos de los tesauros y de los acervos que hacían parte de los términos más usados en el texto. Estos porcentajes fueron medidas de proximidad de cada texto, los cuales se ordenaron de mayor a menor y se agruparon mediante el uso del procedimiento estadístico de clusterización *K-means*. Posteriormente, se asignaron los textos a cada categoría de análisis con base en las medidas de proximidad más altas y en su mención en los acervos y tesauros correspondientes<sup>13</sup>.

Se analizaron indicadores cuantitativos por categoría: densidad, correspondiente al número de relaciones

existentes dividido entre todas las relaciones posibles<sup>14</sup>; diámetro, como el número de nodos necesarios para transportarse en toda la red de un extremo a otro<sup>15</sup>; distancia media, que indica qué tan lejos están los actores en promedio<sup>16</sup>; y centralidad de grado, como el número de relaciones con otros nodos que indica popularidad de un nodo<sup>14</sup>. También se estimaron medidas de centralidad por actor: cercanía (*closeness*), que indicaba el nivel de proximidad o distancia que tenía un actor con los demás actores de la categoría de la red<sup>14</sup>; intermediación (*betweenness*), como resultado de la medida de las posibilidades de control de un actor; métrica, que muestra cómo un actor con alto contenido intermediario regula el flujo de los contenidos y recursos que se conectan entre un actor y otro<sup>14</sup>; centralidad del vector propio (*eigenvector*), que indicó la importancia de actores específicos, al estar vinculados a otros actores importantes<sup>17, 18</sup>; y excentricidad, que correspondía al número de pasos requeridos para que un actor individual cruzara la red<sup>19</sup>.

La modelación computacional de la red fue multicapa, con el fin de generar las subredes de las cinco categorías

de análisis, y el diseño de la red fue dirigida y con peso por categoría, donde cada actor fue un vértice/nodo dentro del grafo, y cada arista consideró las interacciones entre actores de la red. La visualización se realizó en Power BI con licencia PRO y puede ser consultada en: <https://app.powerbi.com/w?r=eyJrIjoiOWI3ODhmZjYtNjRjZC00YTQyLTljNzYtY2RjNWE3YTJhZTkxIiwidCI6ImE2MmQ2YzdiLTlmNTktNDQ2OS05MzU5LTM1MzcxNDc1OTRiYiIsImMiOiJ9&p ageName=ReportSection7aadeb5a06cbac64453a>

### Resultados

Se observaron con mayor influencia y visibilidad en la red de SA, por sus altas centralidades de grado, actores locales como el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS), la Superintendencia Nacional de Salud (SNS) y Profamilia, universidades como la de Antioquia (UDEA) y La Salle (USalle), observatorios nacionales como el ONS y locales como el distrital de salud ambiental de Bogotá (ObsSAN) y actores internacionales como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la OMS (**Figura 1**).



**Figura 1.** Red de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020  
Fuente: Equipo ONS

Las subredes o categorías de agua y clima fueron las más grandes, lo cual indica un mayor interés de los actores por estos temas, pero presentaron densidades inferiores respecto a la calidad del aire, por lo que, a pesar del tamaño de estas subredes, la conectividad entre los actores fue baja y la comunicación no fue fluida.

Las cinco subredes no estaban centralizadas y la subred de intoxicaciones químicas tuvo la mayor centralidad de grado, lo que significa que, al existir numerosas relaciones, esta subred sería popular, menos dependiente y tendría diversas formas de satisfacer las necesidades que demandan los actores (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Métricas de la red de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020

Categoría / subred	Densidad	Diámetro	Nodos	Enlaces	Distancia media	Centralidad de grado
Agua de consumo humano y saneamiento	0,0323603	6	110	388	2,61217681	0,23120949
Calidad del aire	0,0402930	5	91	330	2,42442002	0,27382716
Clima	0,0321867	6	111	393	2,61162981	0,22896694
Radiaciones electromagnéticas	0,0327228	4	91	268	2,55238095	0,27586420
Intoxicaciones químicas	0,0327381	3	49	77	2,33928571	0,37065972

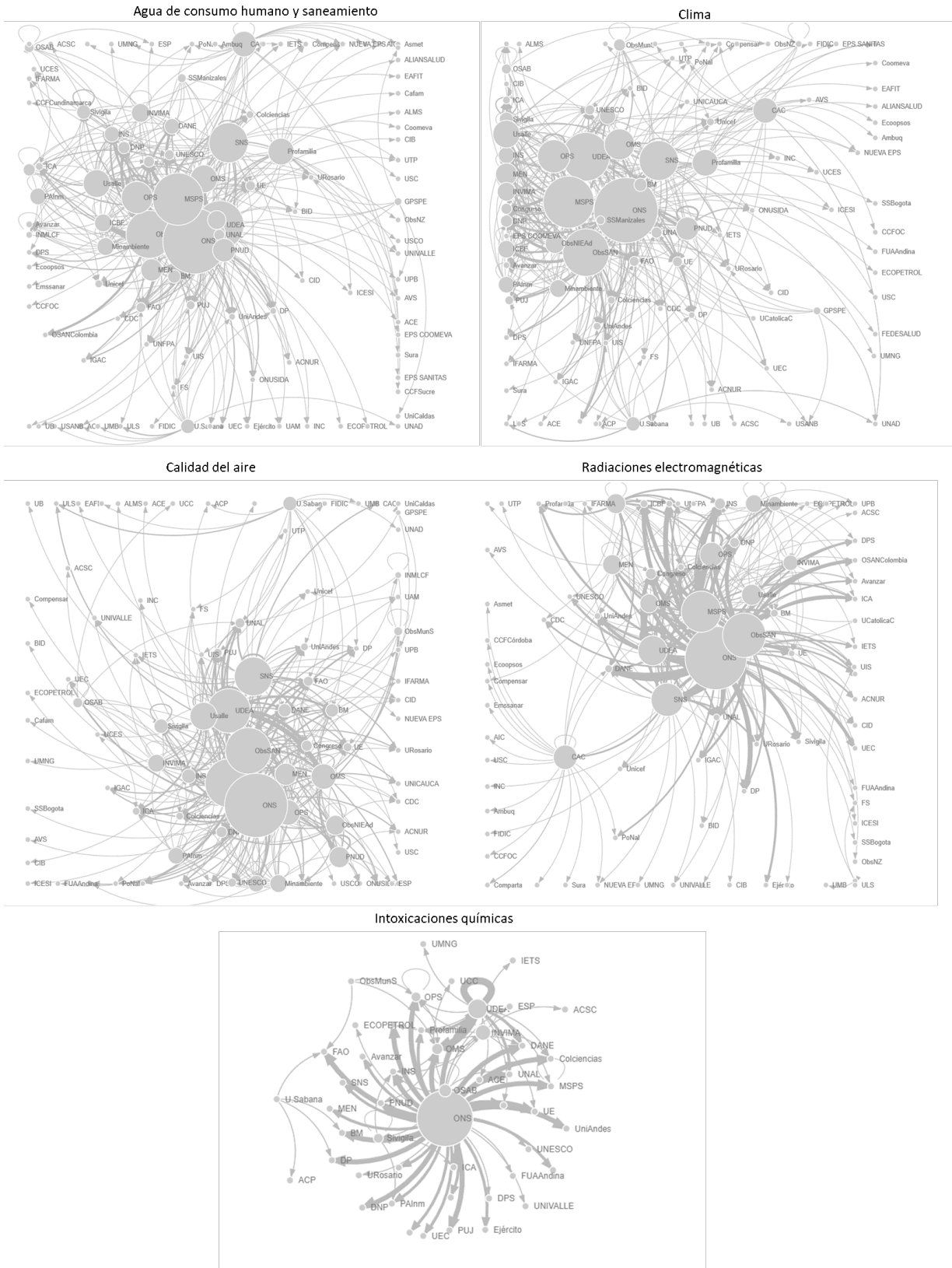
Fuente: Equipo ONS

En cuanto a medidas de popularidad o prestigio por actor, el ONS, la UDEA, el ObsSAN, el MSPS, la OMS y la OPS obtuvieron los valores más altos de centralidad del vector propio en las cinco categorías, lo que indica que estos nodos son importantes porque están vinculados a otros nodos de igual importancia, razón por la cual en los grafos se observan con un mayor tamaño frente a otros nodos (**Figura 2**). La mayoría de estos actores coinciden con los de mayor visibilidad en la red completa de salud ambiental. La UDEA presentó centralidades del vector propio de uno en las subredes de agua y clima y el ONS en las subredes de aire, radiaciones electromagnéticas e intoxicaciones químicas, lo que resulta de su mención por otros nodos con altas centralidades de vector propio (**Tabla 2**).

Las relaciones de transferencia y apropiación del conocimiento de estos actores con altos niveles de prestigio se presentaron en mayor medida con otras instituciones de sectores similares, aunque con mayor robustez en la conexión con actores gubernamentales, por ejemplo, en agua y clima, la UDEA tuvo interacción o mencionó en su producción bibliográfica a ocho actores de la academia, pero con mayor frecuencia a la OMS y al Congreso de la República de Colombia. En la categoría de calidad del aire, radiaciones electromagnéticas e intoxicaciones, el ONS mostró relaciones fuertes con un mayor número de actores al compararse con la UDEA, y mostró relaciones menos fuertes con actores como la Universidad Industrial de Santander (UIS), lo que podría indicar que la producción documental de este actor no se centra en estos temas (**Figura 3**).

En cuanto a otras medidas de centralidad, en todas las subredes las medidas de cercanía (*closeness*) fueron bajas e inferiores a uno, lo que indicó que ningún actor dependía de otro para llegar a todos en la subred, y el acceso a la información entre actores no presentaría mayores dificultades, dado que todos son cercanos; sin embargo, los resultados de intermediación (*betweenness*) indican que el MSPS, ObsSAN, Profamilia y la UDEA tienen un alto contenido intermediario regulando el flujo de los contenidos y recursos que se conectan entre un nodo y otro, por lo cual pueden ser actores que tienden a ejercer control sobre la información de la categoría en que son identificados, en este caso, principalmente en agua, clima y aire.

La otra medida de centralidad que brinda insumos para identificar actores con los cuales se requiere aumentar el grado de participación en la red es la excentricidad; en salud ambiental, la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), la Asociación Colombiana de Psiquiatría (ACP) y algunas aseguradoras en salud y cajas de compensación familiar, al presentar las mayores excentricidades y al requerir un mayor número de pasos para atravesar la red, serían los actores clave para integrar a los procesos de apropiación social del conocimiento y de transformación social, especialmente en temas de intoxicaciones químicas y radiaciones electromagnéticas (**Tabla 3**). Los resultados en cuanto a menores excentricidades concuerdan con los actores identificados con mayor prestigio (MSPS, ObsSAN, UDEA, ONS y OPS).



**Figura 2.** Subredes de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020  
Fuente: Equipo ONS

Tabla 2. Principales medidas de prestigio por categoría y nodo de la red de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020

Actor / nodo	centralidad del vector propio	Categoría	Actor / nodo	centralidad del vector propio	Categoría
UDEA	1	Agua	OMS	0,78	Aire
UDEA	1	Clima	OMS	0,76	Agua
ONS	1	Aire	ObsSAN	0,65	Radiaciones electromagnéticas
ONS	1	Radiaciones electromagnéticas	OPS	0,61	Clima
ONS	1	Intoxicaciones químicas	OPS	0,59	Agua
UDEA	0,98	Aire	OPS	0,57	Aire
ONS	0,96	Clima	MSPS	0,54	Radiaciones electromagnéticas
ONS	0,96	Agua	Congreso	0,47	Aire
ObsSAN	0,93	Agua	UDEA	0,46	Radiaciones electromagnéticas
ObsSAN	0,93	Clima	INS	0,45	Clima
ObsSAN	0,92	Aire	DANE	0,44	Aire
MSPS	0,89	Aire	SNS	0,44	Aire
MSPS	0,86	Clima	INS	0,42	Agua
MSPS	0,84	Agua	UDEA	0,42	Intoxicaciones químicas
OMS	0,78	Clima	INS	0,42	Aire

Fuente: Equipo ONS

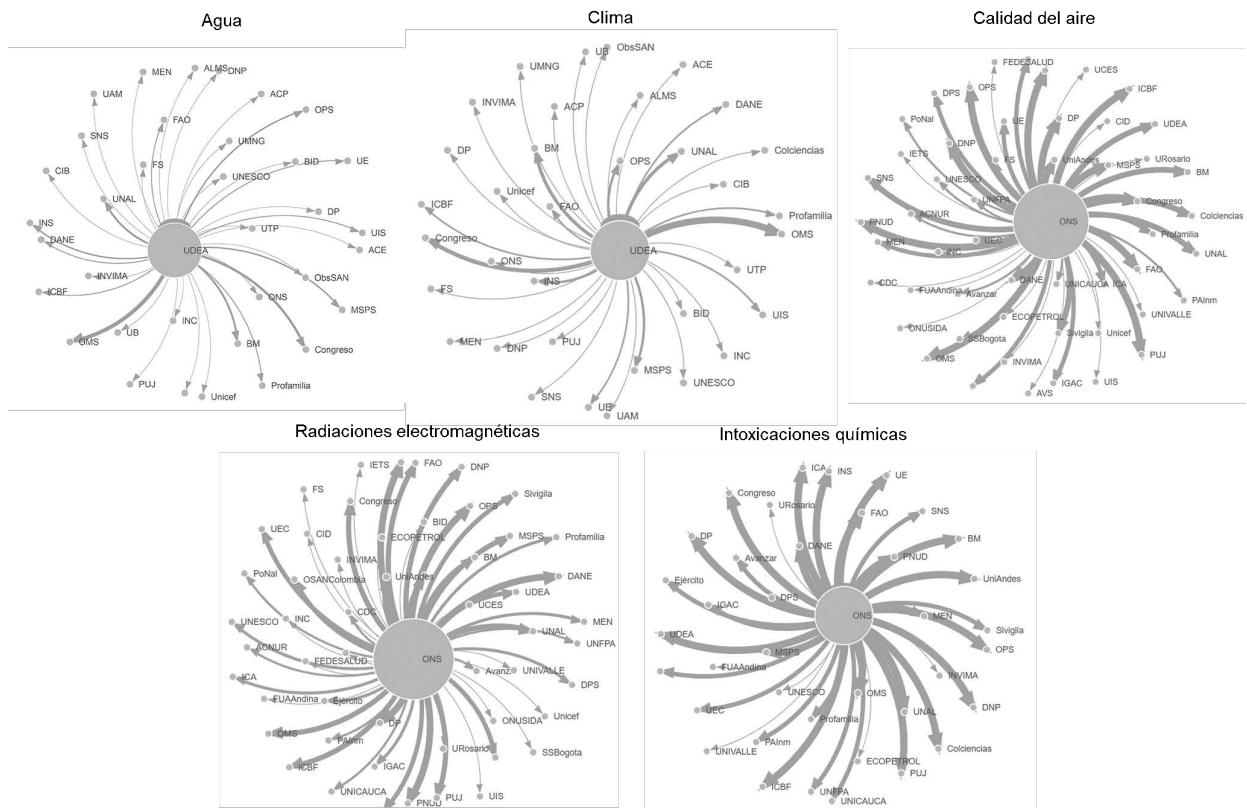


Figura 3. Interacciones entre los actores de mayor prestigio por categoría de análisis de la red de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020. Fuente: Equipo ONS

**Tabla 3.** Medidas de centralidad por categoría y nodo de la red de conocimiento en salud ambiental del ONS. Colombia, 2020

Actor / nodo	Cercanía	Categoría	Actor / nodo	Intermediación	Categoría	Actor / nodo	Excentricidad	Categoría
MSPS	0,47	Radiaciones electromagnéticas	MSPS	0,0347112	Agua	UCC	6	Intoxicaciones químicas
ONS	0,45	Aire	MSPS	0,0340509	Clima	ACP	6	Intoxicaciones químicas
Minambiente	0,44	Aire	ObsSAN	0,0293919	Clima	INMLCF	5	Aire
UDEA	0,43	Aire	ObsSAN	0,0291504	Agua	Compensar	5	Clima
ObsSAN	0,43	Clima	MSPS	0,0290262	Aire	NUEVA EPS	5	Radiaciones electromagnéticas
ObsSAN	0,43	Agua	Profamilia	0,0263954	Agua	Compensar	5	Agua
MSPS	0,43	Agua	Profamilia	0,0259419	Clima	AIC	5	Agua
INVIMA	0,42	Aire	UDEA	0,0255556	Aire	AIC	5	Clima
MSPS	0,42	Clima	MSPS	0,02165	Radiaciones electromagnéticas	Compensar	5	Radiaciones electromagnéticas
SNS	0,41	Aire	UDEA	0,0206715	Agua	ObsMunS	5	Aire
Usalle	0,41	Aire	UDEA	0,0203874	Clima	ObsMunS	5	Radiaciones electromagnéticas
ObsNIEAd	0,41	Agua	PAInm	0,0180649	Aire	OSAB	5	Intoxicaciones químicas
OPS	0,41	Aire	ONS	0,0172056	Aire	IFARMA	5	Radiaciones electromagnéticas
PAInm	0,41	Aire	CAC	0,0158828	Agua	ACSC	5	Aire
Usalle	0,41	Radiaciones electromagnéticas	MEN	0,0157511	Aire	UPB	5	Radiaciones electromagnéticas
ObsNIEAd	0,41	Radiaciones electromagnéticas	CAC	0,015594	Clima	ObsNZ	5	Radiaciones electromagnéticas
ObsNIEAd	0,41	Aire	OPS	0,0143717	Clima	UCatolicaC	5	Radiaciones electromagnéticas
ONS	0,41	Agua	ObsSAN	0,0143383	Aire	CCFCórdoba	5	Radiaciones electromagnéticas
Minambiente	0,41	Clima	ONS	0,0134961	Agua	CCFGuajira	5	Radiaciones electromagnéticas
MEN	0,41	Agua	ONS	0,0134787	Clima	Comparta	5	Radiaciones electromagnéticas

Fuente: Equipo ONS



## Discusión

Dado que la salud ambiental es indispensable para el desarrollo sostenible, las características de la red de conocimiento de esta dimensión del Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021 y las interacciones identificadas entre los actores aumentan las posibilidades de generar espacios de investigación conjunta, construcción de capacidades, intercambio de información, experiencias, así como acercamientos y espacios de trabajo que impacten en la salud general de la población colombiana, ya que la gestión del conocimiento, además de incluir la generación, almacenamiento, distribución y uso del mismo<sup>20</sup>, debe incluir la identificación de factores y actores facilitadores para el proceso<sup>21</sup>.

Por esto, la baja centralidad de las cinco categorías analizadas de la red de conocimiento en SA puede considerarse positiva, pues al no existir dinámicas de hegemonía entre los actores ninguno controlaría el flujo de información, y las actividades que se propongan para el trabajo en red no dependerían de un actor en particular. Lo anterior resulta en una ventaja para que organizaciones sociales, comunitarias, académicas, políticas, empresariales y otros nodos y observatorios adquieran nuevo conocimiento a través del intercambio de saberes<sup>22</sup>. No obstante, el reto está en la promoción y consolidación de espacios que permitan acelerar la colaboración y gestión del conocimiento, con el objeto de realizar de manera conjunta y articulada la investigación en salud ambiental, ya que al tener densidades inferiores a uno en todas las categorías, ningún actor se comunica eficazmente con los demás<sup>23</sup>.

Se ha afirmado que la información, la comunicación y el conocimiento son una misma unidad<sup>24</sup>, por lo cual el proceso de comunicación entre actores es indispensable para la gestión del conocimiento. En este sentido, a pesar de las bajas densidades, los resultados del análisis de intermediación permiten identificar actores enlace que pueden comunicarse o influir más rápidamente entre los miembros de la red, como ya se ha documentado por otros autores<sup>25,26</sup>. Adicionalmente, estos actores concordaron en su mayoría con aquellos de mayor centralidad de vector propio, lo cual explicaría su poder intermediario por su popularidad.

En un mundo cada vez más industrializado y globalizado, vale la pena realizar análisis diferenciados de los factores de riesgo ambiental y de los actores que en estas categorías podrían promover y generar espacios colaborativos con el objetivo de prevenir,

mitigar y controlar estos factores, ya que producen y comparten su conocimiento a través de su producción bibliográfica. En caso de agua y saneamiento, y dada la importancia de impactar en morbimortalidad por enfermedades vehiculizadas por este medio, los actores catalogados como más prestigiosos podrían ser entonces quienes apalanquen investigación y colaboración con otros actores con quienes se encontraban relacionados, aprovechando, además, que estos actores fueron principalmente tomadores de decisiones y generadores de políticas públicas como la OPS, OMS, MSPS, ONS e INS, además de la UDEA, que tiene una línea de investigación exclusiva de diagnóstico y caracterización de aguas, y el ObSAN, único observatorio de una entidad territorial, ya que los demás observatorios relacionados con agua hacen parte o fueron constituidos en colaboración con universidades<sup>27</sup>.

En el caso de la calidad del aire, vale la pena resaltar que, si bien no presentó el mayor número de nodos, como las categorías de clima y agua, también es un tema de gran relevancia en la agenda pública. Al respecto, un estudio Delphi realizado por miembros del nodo de salud ambiental y ocupacional (SAO) de Colombia concluyó que la investigación sobre el efecto de la contaminación del aire exterior en las enfermedades cardiovasculares y respiratorias era de la mayor importancia frente a otros problemas analizados, como el cambio climático o la exposición a químicos<sup>28</sup>.

El ARS plantea no solo conocer la conformación de las relaciones entre actores, sino también el por qué de las relaciones y la identificación de actores con quienes se puede interactuar para mejorar el desempeño de la red<sup>29</sup>. Por esto, la interpretación de los resultados de este análisis no se debe limitar a actores con indicadores altos en cuanto centralidad o prestigio, como sucedió con Profamilia, que si bien no puntuó alto en las medidas de centralidad del vector propio, sí lo hizo como intermediario en las subredes de agua y clima; este resultado podría explicarse por la relación del cambio climático con la salud materno infantil<sup>30,31</sup>. Es necesario actualizar estos análisis de manera periódica e incluir nuevos actores en la red del ONS, por ejemplo, el nodo SAO de Colombia que cuenta con investigadores y practicantes de la salud ambiental del país, quienes podrían fortalecer el corpus documental para identificar nuevas relaciones entre los actores.

En el mismo sentido de la interpretación de las métricas del ARS y las implicaciones para los actores que conforman la red de salud ambiental, la excentricidad

de determinados actores también brinda insumos importantes para definir el fortalecimiento de alianzas o para priorizar temas de salud ambiental en los procesos internos de gestión del conocimiento, como sucedió en las categorías de intoxicaciones químicas y radiaciones electromagnéticas, donde los actores más excéntricos fueron las universidades, EPS y asociaciones científicas.

La metodología del ARS propuesta en este estudio a partir de minería de texto tiene limitaciones. Primera, la construcción del corpus documental, que en esta oportunidad fue consolidado a partir de la producción documental de documentos suministrados por los actores, puede dejar por fuera producción importante de actores que no suministraron información o actores que aún no hacen parte de la red del ONS, por lo cual se debe continuar con la actualización del directorio de actores y aumentar el corpus, por ejemplo, combinando estos análisis con aproximaciones bibliométricas que requieren revisiones sistemáticas de literatura en bases de datos de salud, ingeniería o química. Esto permitiría identificar el liderazgo de los actores de salud ambiental en diferentes ámbitos: regional, nacional o internacional. En segundo lugar, la construcción de las categorías se realizó a partir de la búsqueda bibliográfica, y desde la misionalidad del INS, por lo que, para futuros análisis, estas categorías deberían construirse en espacios de interacción con los actores de la RCSP, e incluir otras categorías como cambio climático, ecosistemas vulnerables, entornos saludables, minería, residuos peligrosos, ruido, sustancias químicas, producción más limpia, desastres y eventos catastróficos. Los resultados en cuanto a intermediación y otras medidas de centralidad son un insumo importante para identificar actores clave para estos espacios de interacción.

En conclusión, los resultados de este análisis de interacciones permiten identificar temas relevantes de salud ambiental, en los cuales los actuales y futuros actores de la RCSP del ONS pueden trabajar y generar alianzas no solo de investigación, sino también para mitigar los efectos de estos en el medioambiente y en la salud de la población. A su vez, la identificación de actores clave es un insumo importante para la planeación de los espacios de interacción y colaboración entre los actores de la RCSP, de otros nodos en Colombia y de los actores de las redes de investigación en salud pública del INS, que incluyen temas relacionados con los efectos de la salud ambiental como la malaria, chagas, y la red regional de subtipificación molecular para la vigilancia de enfermedades transmitidas por alimentos - Pulsenet.

## Agradecimientos

A los actores de la Red de Conocimiento en Salud Pública del Observatorio Nacional de Salud.

## Consideraciones éticas

Desde el diseño metodológico se contemplaron los principios de beneficencia y no maleficencia, con el objetivo de que los resultados presenten beneficios para los investigadores académicos, las organizaciones, la sociedad y la ciencia, y promuevan el trabajo en red en salud ambiental en el país. Para este análisis se recurrió a información secundaria pública y entregada de manera voluntaria por los actores de la RCSP.

## Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés con personas o instituciones relacionadas con los resultados presentados en este trabajo.

## Financiación

Este estudio no recibió financiación para su elaboración, se realizó en el marco de las funciones del Observatorio Nacional de Salud del Instituto Nacional de Salud.

## Referencias

1. Cuéllar HR. Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica (parte 1). Rev Peru Med Exp Salud Pública [Internet]. 2008 [Consultado 22 nov 2020]; 25(4).
2. Ministerio de Salud y Protección Social [Internet]. Salud ambiental. Bogotá: MSPS; c2020. [Consultado 24 nov 2020]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/Salud-ambiental.aspx>
3. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [Internet]. CONPES 3550.2008. [Consultado 20 nov 2020]. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3550.pdf>
4. Prüss-Üstün A, Corvalán CF; Organización Mundial de la Salud. Ginebra: OMS; c2006. Ambientes Saludables y Prevención de Enfermedades [Consultado 20 nov 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43452>
5. Observatorio Nacional de Salud [Internet]. Carga de Enfermedad Ambiental En Colombia. Bogotá: ONS; c2018. [Consultado 22 nov 2020]. Disponible en:

- [https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10\\_Carga\\_de\\_enfermedad\\_ambiental\\_en\\_Colombia.pdf](https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10_Carga_de_enfermedad_ambiental_en_Colombia.pdf)
6. Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Abordaje de los determinantes ambientales de la salud en las estrategias de vigilancia y control de vectores: orientaciones para promover intervenciones clave. Washington, D.C: OPS; c2019 [Consultado 22 nov 2020 ]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/51563>
  7. Kegler MC, Rigler J, Ravani MK. Using network analysis to assess the evolution of organizational collaboration in response to a major environmental health threat. *Health Educ Res.* 2010; 25(3): 413-424. doi:10.1093/her/cyq022
  8. Martínez E, Franco D, Villa E. Las redes de conocimiento en salud pública y el fortalecimiento de capacidades a través. *Rev Fac Nac Salud Pública.* [Internet]. 2009. [Consultado 22 nov 2020].
  9. Ramos Vidal I. El análisis de redes sociales en la investigación en salud pública: una revisión sistemática. *Rev Salud Pública.* 2019; 21(1):109-114. doi:10.15446/rsap.v21n1.68530
  10. Chambers D, Wilson P, Thompson C, Harden M. Social network analysis in healthcare settings: A systematic scoping review. *PLoS One.* 2012; 7(8). doi:10.1371/journal.pone.0041911
  11. Sánchez PM, Pérez MEG, Varela YA, Núñez JV, Carral AP, Sánchez EQ. El análisis de las redes sociales. Un método para la mejora de la seguridad en las organizaciones sanitarias. *Rev Esp Salud Pública.* 2013; 87(3): 209-219. doi:10.4321/S1135-57272013000300001
  12. Instituto Nacional de Salud [Internet]. Observatorio Nacional de Salud. Redes de Conocimiento: Conformación. Bogotá: INS; c2013 [Consultado 05 mayo 2020]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Documentos%20Marco%20de%20implementacin/Conformaci%C3%B3n%20de%20redes%20de%20conocimiento.pdf>
  13. Observatorio Nacional de Salud [Internet]. Metodología para el diseño, implementación y seguimiento de una red de conocimiento en salud pública. Bogotá: ONS; 2020 [Consultado 05 mayo 2020]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Documentos%20Marco%20de%20implementacin/Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20dise%C3%B1o,%20implementaci%C3%B3n%20y%20seguimiento%20de%20una%20red%20de%20conocimiento%20en%20salud%20p%C3%BAblica.pdf>
  14. Ávila Toscano J [Internet]. Redes Sociales y Análisis de Redes. Colombia: Corporación Univeritaria Reformada; c2012. [Consultado 05 mayo 2020].
  15. Lobos C, Matus J, Santelices C. Análisis de redes sociales aplicado a los procesos de gestión de proyectos según Project Management Body of Knowledge en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción. *Rev Ing Obras Civiles* [Internet]. 2018 [Consultado 05 mayo 2020];9(1). Disponible en: <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/2085>
  16. Cordón García O. Redes y Sistemas Complejos: Redes Sociales Centralidad [Internet]. 2007. [Consultado 17 octubre 2020] Disponible en: <http://sci2s.ugr.es/sites/default/files/files/Teaching/GraduatesCourses/RedesSistemasComplejos/Tema03-RedesSociales-13-14.pdf>
  17. Hansen DL, Shneiderman B, Smith MA, Himelboim I. Social network analysis: Measuring, mapping, and modeling collections of connections. In: *Analyzing Social Media Networks with NodeXL.* Second. Morgan Kaufmann; 2020: 31-51. doi:10.1016/b978-0-12-817756-3.00003-0
  18. Newman MEJ. Mathematics of Networks. In: *Networks: An Introduction.* Oxford Scholarship Online; 2010: 465-470. doi: 10.1093/acprof:oso/9780199206650.003.0006
  19. Humberstone J. Análisis de redes sociales: Identificación de comunidades virtuales en Twitter. *Real y Reflexión* [Internet] 2019. [Consultado 13 noviembre de 2020];50(50). Disponible en: <https://lamjol.info/index.php/RyR/article/view/9095>
  20. Brito Rocha E, Nagliate P, Furlan CB, Rocha Jr K, Trevizan M, Costa Méndez I. Gestión del conocimiento en salud: revisión sistemática de la literatura. *Rev Latino-Am Enferm* [Internet] 2012 [Consultado 13 de noviembre de 2020]; 20(2).
  21. Visscher JT, Pels J, Markowski V, Graaf S de. Gestión del conocimiento y la información en el sector de agua y saneamiento: un hueso duro de roer. *Doc temático / Int Water Sanit Cent* [Internet] 2007 [Consultado 22 de noviembre de 2020];14-S:73. Disponible en: <http://www.ircwash.org/sites/default/files/Visscher-2007-Gestion.pdf>
  22. Martínez-Herrera E, López JM, Salas L. Lecciones aprendidas de gestión del conocimiento para la salud pública: Algunos espacios observados en Colombia. *Rev Gerenc y Polit Salud.* 2015;14(29):97-113. doi:10.11144/Javeriana.rgyeps14-29.lagc
  23. Parra Sánchez AI, Acosta JC, Giraldo DC, Castañeda-Orjuela CÁ. Redes de Conocimiento En Salud Pública: Una Herramienta Útil En La Implementación de Políticas Públicas [Internet] 2020. [Consultado 22 de noviembre de 2020].

- Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/publicaciones%20alternas/Policy%20Brief%20Redes%20del%20conocimiento.pdf>
24. Yang Y, Saladrigas Medina H, Torres Ponjuán D. El proceso de la comunicación en la gestión del conocimiento. Un análisis teórico de su comportamiento a partir de dos modelos típicos. *Rev Univ y Soc* [Internet] 2016 [Consultado 22 de noviembre de 2020];8(2).
  25. Cárdenas M, Rivas L, Ramírez F, Simón N. Análisis de la estructura de una red de conocimiento en México. *Rev ciencias Soc Univ Zulia* [Internet] 2015 [Consultado 10 de noviembre de 2020];21(4).
  26. Gaete-Fiscella JM, Vásquez JI. Conocimiento y estructura en la investigación académica: una aproximación desde el análisis de redes sociales. *Rev Hisp para el análisis redes Soc* [internet] 2008 [Consultado 12 de octubre de 2020];14(5). Disponible en: <https://revistes.uab.cat/redes/article/view/v14-n1-gaete-vasquez/121-html-es>
  27. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [Internet]. Observatorio Colombiano de Gobernanza del Agua. 2020. [Consultado diciembre 30 de 2020]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/ocga/otros-observatorios>
  28. Rodríguez-Villamizar LA, González BE, Vera LM, Patz J, Bautista LE. Environmental and occupational health research and training needs in Colombia: A Delphi study. *Biomedica*. 2015;35(3):58-65. doi:[10.7705/biomedica.v35i0.2430](https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2430)
  29. Rendón-Medel R, Aguilar-Ávila J, Muñoz-Rodríguez M, Altamirano-Cárdenas JR. Identificación de Actores Para La Gestión de La Innovación: El Uso de Las Redes Sociales [Internet]. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo-Ciastaam/PIIAI; c2007 [Consultado diciembre 29 de 2020].
  30. Molina O, Saldarriaga V. The perils of climate change: In utero exposure to temperature variability and birth outcomes in the Andean region. *Econ Hum Biol*. 2017; 24: 111-124. doi:[10.1016/j.ehb.2016.11.009](https://doi.org/10.1016/j.ehb.2016.11.009)
  31. Andalón M, Azevedo J, Rodríguez Castelán C. Weather shocks and health at birth in Colombia. *World Dev*. 2016; 82: 69-82. doi:<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.01.015>