

Gestión y gobernanza del agua en la cuenca del río Bogotá (Colombia): análisis usando minería de textos

Management and Water Governance in Bogota River Basin (Colombia): Text Mining Analysis

Alexandra Díaz-Gil^a, Yennifer García-M.^{b, c}

RESUMEN

El presente artículo aborda la gestión y gobernanza del agua en la cuenca del río Bogotá desde el análisis semántico de textos, técnica utilizada en la minería de textos para analizar las relaciones entre los temas tratados entre uno o varios textos. Para esto se analizaron 307 documentos, principalmente trabajos de grado obtenidos de los repositorios de las instituciones de educación superior de la ciudad de Bogotá, con el fin de analizar las temáticas de mayor interés y conceptos principales abordados por el sector académico durante los últimos diez años, teniendo en cuenta lo contemplado en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico que establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo del recurso hídrico en el país. Se define desde dos ejes principales el estado del recurso, en donde se analizaron textos asociados con los conceptos de oferta, demanda, calidad y riesgos y la gestión en donde se analizaron textos asociados con conceptos de planificación, administración, seguimiento y monitoreo, gobernabilidad. El análisis semántico consistió en la extracción de los conceptos más frecuentes en cada uno de los textos para la construcción de nubes de palabras también, se extrajeron conceptos en común en las temáticas generales para establecer posibles relaciones entre sí. La temática que más se ha abordado en estado del recurso es la calidad del agua con conceptos como contaminación, residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, por su parte la de mayor interés en la temática de gestión es planificación con conceptos como biodiversidad, conservación, recuperación. El análisis de agrupamiento permitió evidenciar una relación entre aspectos de la oferta con la planificación, los estudios de oferta se centran en la medición de caudales, estudios sobre régimen hidrológico, modelos hidráulicos. La calidad, demanda, administración y la gobernabilidad son otros conceptos relacionados, la demanda hace referencia a la cantidad de agua que se usa para los distintos sectores económicos y la población en general, en la cuenca del río Bogotá se han realizado estudios sobre el abastecimiento, agua potable, alcantarillado, uso eficiente y ahorro de agua.

PALABRAS CLAVE: gestión del recurso hídrico; gobernanza; cuenca del río Bogotá; análisis semántico de textos.

ABSTRACT

This article addresses the management and governance of water in the Bogotá River basin from the semantic analysis of texts, a technique used in text mining to analyze the relationships between the topics discussed between one or more texts. For this, 307 documents were analyzed, mainly degree works obtained from the repositories of higher education institutions in the Bogotá city, in order to analyze the topics of greatest interest and main concepts addressed by the academic sector during the last ten years, taking into account what is contemplated in the National Policy for the Integral Management of Water Resources that establishes the objectives, strategies, goals, indicators and lines of action for the management of water resources in the country. The state of the resource is defined from two main axes, with the concepts of supply, demand, quality and risks were analyzed, and management where texts associated with concepts of planning, administration, follow-up and monitoring, governance were analyzed. The semantic analysis consisted in the extraction of the most frequent concepts in each one of the texts for the construction of word clouds; common concepts were extracted in the general themes to establish possible relationships between them. The topic that has been most addressed in the state of the resource is water quality with concepts such as pollution, solid waste, wastewater treatment, for its part, the one of greatest interest in the management topic is planning with concepts such as biodiversity, conservation, Recovery. The grouping analysis made it possible to show a relationship between aspects of the supply and the planning, the supply analyzes focus on the measurement of flows, studies on the hydrological regime, and hydraulic models. Quality, demand, administration and governance are other related concepts, demand refers to the amount of water used for different economic sectors and the population in general, in the Bogotá River basin studies on supply have been carried out, drinking water, sewerage, efficient use and saving of water.

KEY WORDS: water resource management; water governance; Bogota River basin; semantic analysis of texts.

a Universidad Católica de Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Grupo de investigación GIDTA. Manizales, Colombia. ORCID Díaz-Gil, A.: 0000-0001-9131-212X

b Universidad Santo Tomas, División de Decanatura de Educación Abierta y a Distancia, Programa de Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas. Bogotá, Colombia. ORCID García-M., Y.: 0000-0002-6741-7623

c Autor de correspondencia: yennifergarcia@ustadistancia.edu.co

Recepción: 15 de octubre de 2020. Aprobación: 09 de septiembre de 2021. Publicación: 06 de octubre de 2021



Introducción

De acuerdo con la ONU (2019), debido a la crisis mundial actual del cambio climático, ha aumentado la variabilidad del ciclo del agua, lo que dificulta la previsión de la disponibilidad de los recursos hídricos, incrementando su escasez y amenazando el desarrollo sostenible en todo el mundo. Estos impactos afectan particularmente a las poblaciones más vulnerables, por lo que día a día crece la necesidad de mejorar las acciones de gestión del agua para garantizar su disponibilidad en los territorios y su sostenibilidad en el tiempo. La gestión integral del recurso hídrico se define como un proceso que promueve la gestión y el aprovechamiento coordinado de los recursos hídricos, la tierra y los recursos naturales, con el fin de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas (MADS, 2021), busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos por medio de la combinación de desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas (MADS, 2021). La gobernanza del agua contribuye en gran medida al diseño e implementación de dichas políticas generando una responsabilidad compartida entre los distintos órdenes del gobierno, la sociedad civil, las empresas entre otros actores que juegan un papel importante y contribuyen con los diseñadores de las políticas para generar beneficios económicos, sociales y ambientales (OCDE, 2015). En Colombia la gestión integral del recurso hídrico se desarrolla en el marco de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) que establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo del recurso hídrico en el país (MAVDT, 2010). La política contempla la gestión desde dos ejes principales, el estado del recurso hídrico que contempla aspectos relacionados con la oferta, demanda, calidad y riesgos; la gestión que contempla aspectos relacionados con la planificación, administración, seguimiento y monitoreo, gobernabilidad, este último encargado de establecer relaciones entre las organizaciones y los grupos sociales para la toma de decisiones (Correa, 2015); en este artículo se asume la gobernabilidad como sinónimo de gobernanza que de acuerdo con Camou (2001) se entiende como un estado de

equilibrio dinámico entre las demandas sociales y la capacidad de respuesta gubernamental.

La cuenca del río Bogotá se encuentra localizada en el Departamento de Cundinamarca, está conformada por 45 municipios adicional al Distrito Capital y recorre un total de 308 kilómetros aproximadamente (SDP, 2014). El río tiene su nacimiento a los 3300 msnm en el páramo de Guacheneque en el municipio de Villapinzón y desemboca en el río Magdalena a los 208 msnm (SDP, 2014). Dentro de los planes del gobierno regional y nacional, la cuenca del río Bogotá es considerada una de las más importantes del país, es el eje de ordenamiento territorial del departamento de Cundinamarca y ha soportado el desarrollo socioeconómico y productivo del país. Ha sido intervenida y afectada negativamente por años generando una crisis ambiental con consecuencias ecológicas, sociales, económicas y culturales (Mayorga, 2017). Debido a que es una cuenca priorizada por el consejo de estado, cuenta con una gran cantidad de estudios desarrollados desde la academia de tipo social, ambiental y productivo, para contribuir a la apropiación social de este conocimiento, el presente artículo aborda el análisis de la información generada sobre la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca del río Bogotá durante los últimos diez años, tomando como base los dos ejes principales contemplados en la PNGIRH: estado del recurso, donde se contemplaron temáticas de oferta, demanda, calidad y riesgos; gestión del recurso con temáticas de planificación, administración, seguimiento y monitoreo, gobernabilidad. Usando la técnica de análisis semántico de la minería de textos que se utiliza para el procesamiento automatizado de textos, con el fin de buscar patrones, encontrar relaciones y extraer conocimiento (Contreras, 2014). La minería de textos constituye una herramienta clave para el procesamiento automático de la información que permite descubrir patrones, asociaciones, que se producen con base en el contenido de los textos y de esta forma generar nueva información.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación, se recopiló información generada en la cuenca respecto a la gestión integral del recurso hídrico durante

los últimos diez años (2008 a 2019) por parte del sector académico con el fin de identificar las temáticas principales en las cuales se han centrado las investigaciones de este sector. Los documentos se obtuvieron de los repositorios institucionales de las entidades de educación superior registradas en el Ministerio de Educación, situadas en la ciudad de Bogotá y se seleccionaron únicamente aquellas universidades que ofertaban programas de tecnologías, pregrado o posgrado con énfasis en temas ambientales, biología, ecología o afines. La selección se realizó utilizando criterios de búsqueda como río Bogotá, cuenca, agua, gestión, gobernanza, para un total de 307 documentos. Los documentos fueron organizados según las temáticas principales: estado del recurso, con un total de 194 documentos, que contenían los conceptos de oferta, demanda, calidad y riesgos. Gestión del recurso con un total de 113 documentos, que contenían conceptos de planificación, administración, seguimiento y monitoreo y gobernabilidad. Para poder llevar a cabo la clasificación de los documentos en las temáticas principales se realizó una revisión preliminar de los resúmenes para identificar la temática principal y temáticas secundarias, para poder asignar los conceptos (descriptores) correspondientes.

Posteriormente, se procedió a realizar el análisis semántico de los textos con el software de acceso libre Meaning Cloud, que permite realizar un análisis de textos extrayendo el significado de todo tipo de contenido estructurado o no (Meaning Cloud Developer, 2019). Para el análisis se utilizó la herramienta “Topic extraction” o extracción de temas, que es la solución de Meaning Cloud para extraer los diferentes elementos presentes en las fuentes de información. Este proceso de extracción se lleva a cabo, combinando varias técnicas complejas de procesamiento del lenguaje natural que permiten obtener análisis morfológicos, sintácticos y semánticos de un texto y utilizarlos para identificar diferentes tipos de elementos significativos (Meaning Cloud Developer, 2019). Los elementos identificados se clasifican según categorías predefinidas, las categorías fueron definidas teniendo en cuenta conceptos (palabras clave) significativas en el texto de cada una de las temáticas definidas previamente, para este caso las palabras clave utilizadas fueron oferta, demanda,

calidad y riesgos para la temática de estado del recurso y planificación, administración, seguimiento y monitoreo y gobernabilidad para la temática de gestión. De esta forma el software genera los conceptos más relevantes de cada uno de los documentos analizados, teniendo en cuenta la frecuencia de aparición de dichos conceptos en los textos. Los resultados se generan en un archivo CSV que es transformado a Excel en donde se realiza la limpieza, depuración y organización de los datos obtenidos para obtención de las figuras correspondientes. Vale la pena aclarar que fue necesario además realizar una lectura general de los documentos para poder presentar y soportar los análisis.

Resultados

La Figura 1 muestra el comportamiento de las temáticas principales o más relevantes, abordadas en las investigaciones sobre la cuenca del río Bogotá durante los últimos diez años. Con relación al estado del recurso, calidad es una temática que se ha estudiado de manera casi constante durante este periodo de tiempo además de ser la temática de mayor interés, seguida de la temática de oferta; demanda es una temática que se empezó a abordar a partir del año 2013 al igual que la temática de riesgos. Con relación a la gestión la temática de mayor interés es la planificación que se ha abordado de manera constante a partir del año 2012, seguida de gobernabilidad que se empezó a abordar a partir del 2013. Las temáticas de seguimiento y monitoreo y administración son las que menos se han desarrollado.

Las Figuras 2 y 3 muestran los conceptos (palabras clave) según frecuencia de aparición de acuerdo con las categorías predefinidas (estado y gestión del recurso).

De los conceptos anteriores se seleccionaron los más relevantes por temática, para analizar posibles relaciones entre estas (Tablas 1 y 2).

El análisis de agrupamiento que se presenta a continuación Figura 4, permite evidenciar una relación entre aspectos de la oferta con la planificación, para poder realizar una planificación efectiva, es necesario contar con información sobre la disponibilidad del agua, de acuerdo con la PNGIRH (MAVDT, 2010) la gestión del agua en materia de

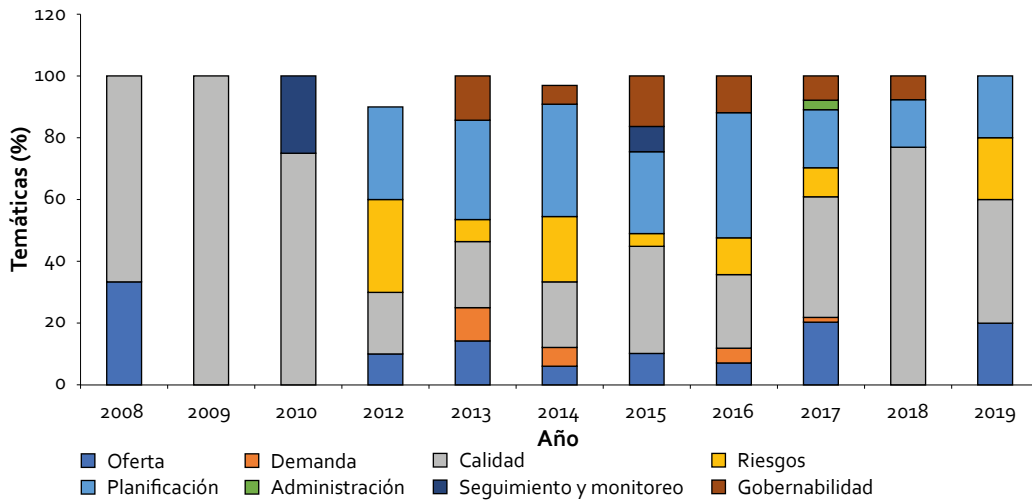


Figura 1. Comportamiento de las principales temáticas sobre gestión de recurso hídrico en la cuenca, los últimos diez años



Figura 2. Conceptos de las temáticas de estado del recurso (oferta, demanda, calidad, riesgos)



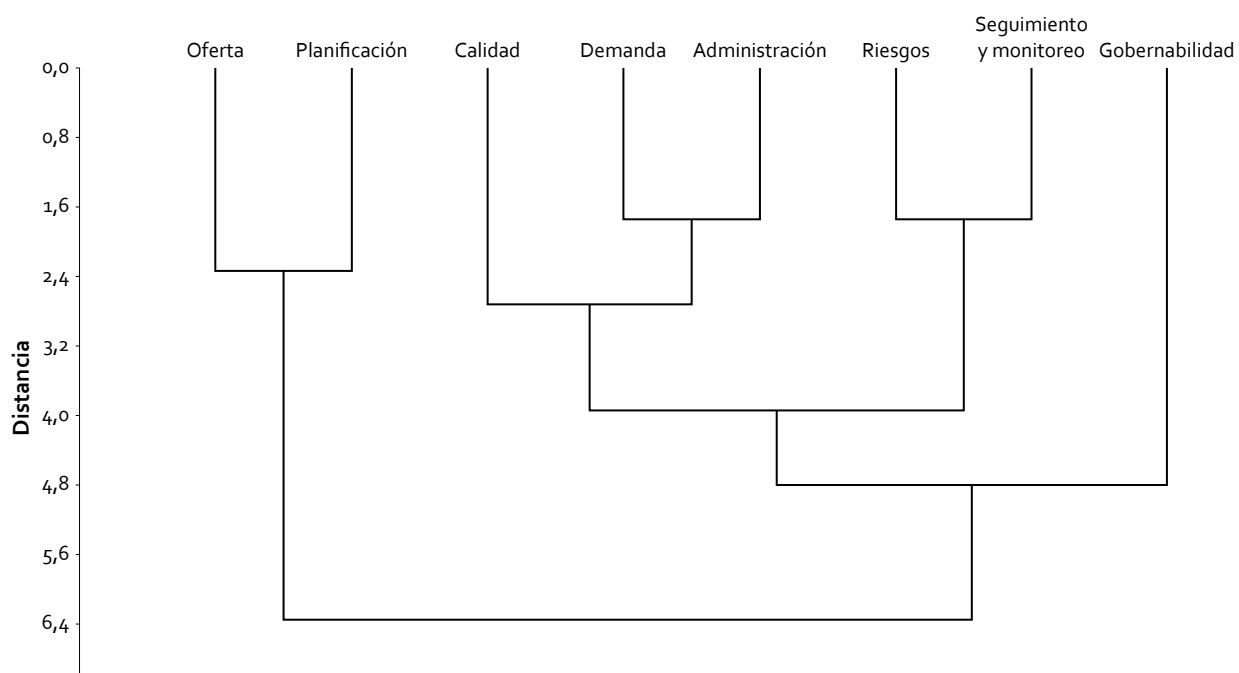
Figura 3. Conceptos de las temáticas de gestión del recurso (planificación, administración, seguimiento y monitoreo, gobernabilidad)

Tabla 1. Síntesis de los conceptos más relevantes (estado del recurso)

Oferta	Demanda	Calidad	Riesgos
Regimen hidrológico			Regimen hidrológico
Precipitación	Huella hídrica	Inundaciones	
Inundaciones	Drenaje sostenible	Indicador ambiental	Inundaciones
Modelación hidrológica	Uso eficiente, ahorro de agua	Vertimientos	Conservación
SE (servicios ecosistémicos)	Vertimientos	Contaminación metales pesados	Impacto ambiental
Restauración		Saneamiento	Cambio climático
Conservación		Contaminación	
Calidad hídrica			
Especies prioritarias			
Fauna			
Biodiversidad			
Indicador ambiental			
Conocimiento local			
Vulnerabilidad			
Recuperación ambiental			

Tabla 2. Síntesis de los conceptos más relevantes (gestión del recurso).

Planificación	Administración	Seguimiento y monitoreo	Gobernabilidad
Inundaciones		Regimen hidrológico	
SE	SE	Precipitación	SE
Restauración		Inundaciones	
Conservación	Valoración económica	Modelación hidrológica	Conservación
Calidad hídrica		Calidad hídrica	Conocimiento local
Biodiversidad			OT
Conocimiento local			Elementos jurídicos
Vulnerabilidad			Políticas ambientales
Recuperación ambiental			Educación/pedagogía
Uso eficiente, ahorro de agua			Desarrollo urbano sostenible
Contaminación			
Cambio climático			
OT (ordenamiento territorial)			
Desarrollo urbano sostenible			

**Figura 4.** Análisis de agrupamiento entre calidad y temáticas de gobernanza del agua. Distancia Ward: coeficiente de correlación 0,82

oferta se realiza a través de tres estrategias conocimiento, planificación y conservación. Los análisis de oferta en los documentos consultados se centran en la medición de caudales, estudios sobre régimen hidrológico, modelos hidráulicos también, se estudian otros aspectos como la oferta de bienes y servicios ambientales y biodiversidad. La calidad, demanda,

administración y la gobernabilidad son otros conceptos relacionados; la demanda hace referencia a la cantidad de agua que se usa para los distintos sectores económicos y la población en general (MAVDT, 2010), para una adecuada administración del recurso debe asegurarse que el agua disponible para estos sectores sea de buena calidad. En la cuenca del río

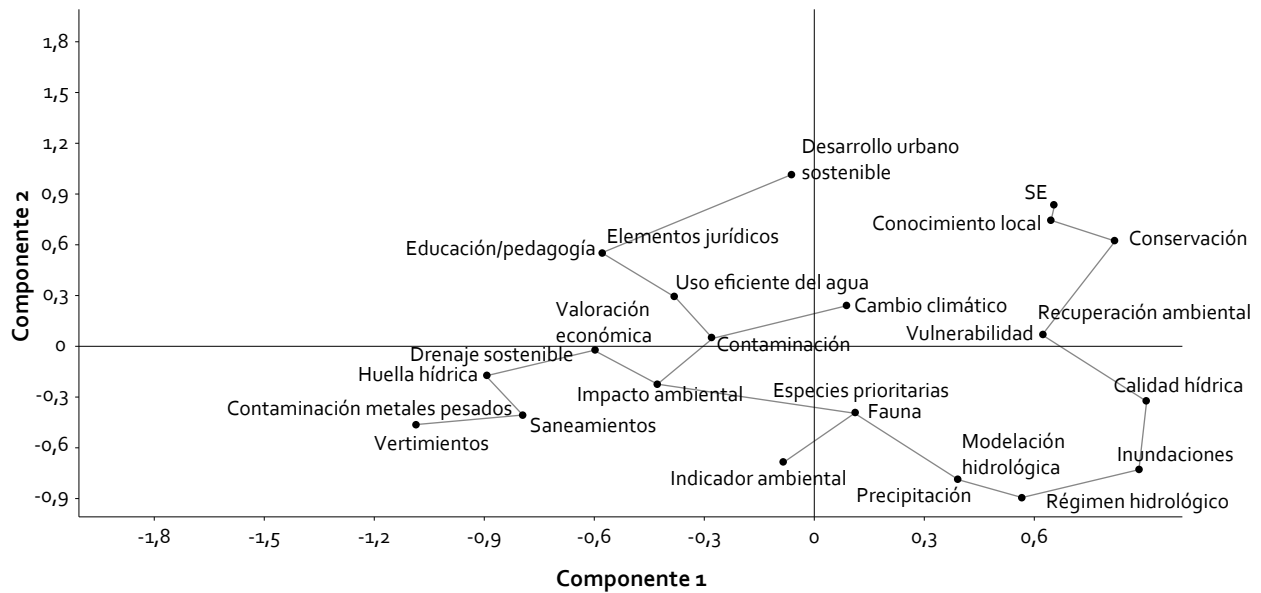


Figura 5. Análisis de componentes principales (PCA), “*minimum spanning tree*” (líneas conectoras) temáticas de gestión integral del recurso en la cuenca del río Bogotá.

Bogotá se han realizado estudios sobre el abastecimiento, agua potable, alcantarillado, uso eficiente y ahorro de agua, estos aspectos por supuesto se relacionan con la gobernabilidad, definida por el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia (MADS, 2021a), como un proceso para la gestión integral del recurso hídrico, entendido como un bien común, que promueva la participación activa e incluyente de los diferentes actores en la toma de decisiones y que articula múltiples culturas, saberes, instrumentos normativos formales y no formales, a diferentes escalas de espacio y tiempo, en contextos socio-políticos, económicos y ecológicos específicos. En la cuenca del río Bogotá se ha abordado desde la educación, pedagogía y el conocimiento local principalmente.

En la Figura 5, se presentan estos conceptos y su relación entre sí, a través de un análisis de componentes principales. En el componente uno (eje X – 50,63% de la variabilidad), existe una correlación importante entre las temáticas de estado del recurso (oferta, calidad, demanda y riesgos) con la temática de gestión, seguimiento y monitoreo. El componente dos (eje y – 22,37% de la variabilidad), muestra una correlación entre la temática de estado del recurso (riesgo principalmente), con las temáticas de planificación, administración y gobernabilidad.

Los aspectos de mayor relevancia y asociación (ver “*minimum spanning tree*”, líneas conectoras) (Figura 5), están relacionados con el ordenamiento territorial, el desarrollo urbano sostenible (planificación) con la educación y pedagogía, elementos jurídicos y políticas ambientales (gobernabilidad), generados por la necesidad de vincular al sector social e incrementar su participación para generar empoderamiento de este sector para que se convierta en garante y veedor de todas las actividades relacionadas con la planificación (gestión del recurso).

Esta participación también se puede dar desde la contextualización de los conflictos ambientales, a través de elementos jurídicos como la judicialización de los conflictos ambientales como los que se presentan en esta importante cuenca del país que de acuerdo con Güiza et al. (2015) otorgan la oportunidad de reunir a los diferentes actores involucrados y promover la solución conjunta de soluciones, resaltando la importancia de las acciones colectivas como medio para formular políticas públicas y poder adoptar medidas para la protección del medio ambiente y los derechos colectivos, relevantes para la comunidad. En estas temáticas se han desarrollado diferentes propuestas que contemplan temas de manejo y protección ambiental, por medio de vinculación de los ciudadanos, involucrándolos en

temas de cuidado y protección de la biodiversidad, el uso adecuado del agua o la recuperación de fuentes hídricas (López, 2014; Urbano, 2014; Sabogal, 2015; Silva, 2016; Cuellar, 2016); pensando en un territorio que armonice tanto los ecosistemas como las zonas urbanas, implementando acciones de recuperación ambiental, desarrollo de infraestructura y desarrollo socioeconómico y cultural (Barrueto y Calderón, 2017), por medio de un enfoque sistémico y de aportes comunitarios e institucionales (Rodríguez, 2014).

Uso eficiente y ahorro de agua, asociado con la regulación del consumo, MADS (2021b) define el uso eficiente como una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso, considerando el agua como un recurso finito y vulnerable esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente.

Otra temática de especial relevancia es la asociada a impactos ambientales, con el fin de que se regulen y empleen medidas de protección, conservación, mitigación y manejo de estos impactos. Los impactos a los que mayor se hace referencia en la cuenca del río Bogotá, son los relacionados con la operación del relleno sanitario Doña Juana (RSDJ) de la ciudad capital, a través de la evaluación del comportamiento de la descarga del lixiviado del relleno sanitario, generado por la descomposición de los residuos sólidos y las afectaciones por contaminación del recurso hídrico y el suelo, en la subcuenca del río Tunjuelo, donde se localiza el relleno (Madrigal y Lizcano, 2013); diagnósticos del componente hidrológico, atmosférico, biótico, social y el cumplimiento de los planes de manejo ambiental del relleno, de acuerdo con informes presentados por la CAR, en donde es posible observar que los componentes más afectados se relacionan con los componentes hidrológico y social y el no cumplimiento de dichos planes de manejo (Bucheli y Vera, 2014).

Aspectos de saneamiento, contaminación por metales pesados y vertimientos (calidad del agua). La situación del río Bogotá es bien conocida por la contaminación de sus aguas por metales pesados como, mercurio, plomo, cadmio y arsénico, entre otros que se resalta también en las investigaciones generadas, así como los riesgos para la salud asociados, como las alteraciones en la función gastrointestinal, hepática y alteraciones del sistema nervioso a

largo plazo (Colmenares y Torres, 2014; Moreno y Vera, 2015, 2017; Martínez y Vargas, 2017).

El rápido crecimiento urbano que se dio a partir de la década de los 50 en la cuenca del río Bogotá, ha ocasionado pérdida de la calidad de agua, debido a la canalización de los ríos, la destrucción de los humedales, el crecimiento de barrios de invasión en zonas propensas a inundaciones (Campos, 2012); por esta razón, los temas de estudio de mayor interés o relevancia se relacionan con la calidad del agua y contaminación. Gran parte de los estudios analizados, se enfocan en el monitoreo y diagnóstico de la calidad del agua, con la medición y el análisis de variables fisicoquímicas, como pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica; se incluyen además, estudios sobre la distribución de comunidades biológicas que sirven como indicadores de la calidad del agua; aunque hay algunos que se desarrollan a lo largo del río, la mayoría de estos se centran en los humedales urbanos de la cuenca media ya que constituyen ecosistemas importantes porque permiten el control de las inundaciones, regulan la calidad del agua y son fundamentales para la biodiversidad (MADS, 2018).

En términos de conservación y servicios ecosistémicos (SE), se abordan temas como la pérdida de cobertura vegetal natural, la invasión de predios, la minería ilegal, entre otros aspectos. En este sentido se han propuesto medidas para conservar remanentes de ecosistemas naturales y garantizar la calidad de vida de los habitantes (Jiménez-Alvarado *et al.*, 2017), como por ejemplo obras de cultura y educación ciudadana para reducir focos de contaminación por el mal manejo y disposición de basuras; se presentan diseños de esquemas de PSE (pago por servicios ecosistémicos) para incentivar la conservación con cambios en patrones habituales en el manejo de los suelos o estimando costos de oportunidades para determinar valores a pagar a los propietarios, para que dejen terrenos libres, para adelantar actividades de conservación y restauración (Martínez y Moreno, 2015). Muy relacionado está el conocimiento local, donde se evidencia la necesidad de incorporar a las dinámicas de planificación todo el conocimiento que tienen los pobladores de su territorio, sus dinámicas de uso e incorporarlas a las propuestas de uso sostenible de los recursos naturales.

Aspectos de menor interés están relacionadas con la modelación y régimen hidrológicos (temática de riesgo) que en la cuenca del río Bogotá, se ha asociado con las épocas invernales y las inundaciones que se han dado en los últimos años y por supuesto su estrecha relación con las repercusiones en aspectos económicos y sociales para los habitantes de la cuenca. Se han realizado estudios puntuales en la cuenca media del río para el análisis y pronóstico de inundaciones (Guzmán et al., 2016), implementación de sistemas de alerta temprana que ayuden a mitigar el riesgo por inundaciones (Barreto, 2017). Se han desarrollado también análisis a nivel departamental como estudios estadísticos de eventos potencialmente catastróficos de origen natural en el departamento de Cundinamarca, en donde se registraron riesgos por deslizamientos, inundaciones, vientos fuertes e incendios forestales (Ávila y Estrada, 2017).

Discusión

Calidad es una temática que se ha abordado de forma importante y casi constante durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá, el monitoreo de la calidad del agua constituye un eje importante en la toma de decisiones, les permite a las autoridades ambientales conocer las condiciones de calidad, cantidad y disponibilidad de agua para los diferentes usos, para evaluar los efectos de las diferentes actividades que se realizan entorno a la cuenca y los principales tensionantes sobre el recurso, que se abordan en relación con por ejemplo los vertimientos de aguas residuales de tipo doméstico e industrial, se relacionan estos aspectos con las temáticas de planificación y administración (gestión). Asociados a estos está la gobernanza (gobernabilidad) que se ha abordado más bien poco. De acuerdo con Motta y Ramírez (2016) en Colombia el tema se a desarrollado desde el contexto de justicia social, con la promoción de movimientos sociales en defensa del agua, para el caso particular de la cuenca del río Bogotá estos movimientos han surgido para la recuperación de los humedales, quebradas y para presionar por sanciones a las industrias responsables de la contaminación del río. Esta situación produjo que el 28 de marzo del año 2014 el

consejo de Estado emitiera el fallo “Mejoramiento Ambiental y Social de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá” en atención a numerosas acciones populares interpuestas desde hace 23 años, encaminadas a la descontaminación, recuperación y conservación del río Bogotá y sus afluentes (SDP, 2014). En esta sentencia, se establecieron diez objetivos específicos encaminados al continuo mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, enmarcados en tres componentes principales; el primero relacionado con el mejoramiento ambiental y social de la cuenca, el segundo, relacionado con la articulación y coordinación institucional, intersectorial y económico y un tercer componente encaminado hacia la profundización en procesos de educación y participación ciudadana (SDP, 2014). En la cuenca se ha avanzado en este aspecto, vale la pena mencionar los esfuerzos de entidades como la CAR, para la generación de boletines sobre la calidad hídrica del río para mantener un monitoreo constante; el acercamiento y acompañamiento a las poblaciones de las industrias de curtiembres ubicadas en la parte alta de la cuenca para que puedan legalizarse y ejercer su actividad, sin continuar afectando y contaminando el río (CAR, 2019). Sin embargo, aún falta mejorar las estrategias a la altura de la cuenca media y baja, para disminuir la carga contaminante y contribuir así a mejorar su calidad, en la zona de influencia del distrito capital, la ciudad de Bogotá aporta el 84% de la contaminación (Mayorga, 2017). Es necesario que se vincule el sector académico que como es posible observar en este trabajo, contribuye a la generación de conocimiento.

Durante las últimas décadas, el impacto de desastres, generados por dinámicas y fuerzas naturales y por la acción transformadora del hombre, deja alarmantes pérdidas económicas y humanas, que se traducen en la disminución del desarrollo social y económico de un país y por ende de la calidad de vida de sus habitantes (Ulloa, 2011). Factores como la pobreza, aumento de la densidad poblacional, migraciones, degradación ambiental, entre otros, contribuyen al aumento de la vulnerabilidad ante desastres y, por ende, de los ecosistemas y grupos sociales asentados en los diferentes territorios (Ulloa, 2011). Por esta razón, el análisis y la gestión del

riesgo se torna preponderante en torno a la gestión integral del recurso hídrico.

En esencia la gestión del agua se traduce en una gestión que permita atender los diversos intereses y sectores interesados, relacionados con la cantidad y calidad del agua (Martínez y Villalejo, 2018), es necesario involucrar a todas las partes interesadas, para que todos los actores involucrados en esta temática puedan desarrollar sus actividades de gestión de una forma más efectiva. En este sentido, queda un amplio camino por recorrer, para lograr una gestión y gobernanza del agua realmente integral en la cuenca del río Bogotá.

Con relación a la técnica utilizada para el presente análisis de información, la minería de textos constituye una herramienta clave para el procesamiento automático de la información que permite descubrir patrones, asociaciones, que se producen con base en el contenido de los textos y de esta forma generar nueva información. En la actualidad, hablar de minería de textos, se hace común, ya que tiene diversas aplicaciones tanto en tecnología como en innovación, por ser un método eficiente para la actualización, seguimiento y generación de información (Arias et al., 2016). Surge por la necesidad de darle valor adicional a la información documental que se acumula en diferentes entidades; la información proviene de diversas fuentes, de naturaleza heterogénea y ampliamente distribuidas, que alimenta los repositorios y que no se están aprovechando en toda su dimensión (Justicia de la Torre, 2017).

Reyes (2020) realizó un análisis cuantitativo de fallos de sentencias judiciales en la que cita la sentencia para la recuperación del río Bogotá analizando los recursos lingüísticos más relevantes, destaca los conceptos más reiterativos asociados con la contaminación del río debido a los vertimientos de aguas domésticas e industriales y un concepto muy relacionado con la temática de gobernanza, el de las representaciones sociales, que de acuerdo con el autor “permiten estabilizar un determinado tipo de saber sobre los fenómenos del mundo, y en el caso de las sentencias, también orientan la conducta social de los actores discursivos que aparecen dentro de ellas, proponiendo marcos de acción dentro de unos límites temporales, espaciales y de uso de recursos”. Se hallan dos sustantivos importantes que

son ‘cumplimiento’ y ‘recursos’ que semánticamente están relacionados con los compromisos que adquieren los actores dentro del fallo (Reyes, 2020).

Guerrero-Cabrera (2016) presenta en su investigación un análisis crítico del discurso ecológico en el país, en relación con la problemática ambiental en distintos textos hechos por parte de la exdirectora del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Brigitte Baptiste autoridad nacional en temas ambientales, publicados en el diario La República, a nivel semántico se evidencia la importancia del componente social en la comprensión la situación ambiental del país, resalta el papel protagónico de elementos como la cultura, las tradiciones, la lengua, la historia y demás fenómenos sociales a la hora de entender e intervenir en una problemática que involucra a toda la ciudadanía, la gestión ambiental integral. De acuerdo con Ballester y La Calle (2015) la gestión del agua afecta intereses sociales y económicos muy diversos (abastecimiento de poblaciones, regadío, actividades turísticas) y su vez el suministro de agua, la preservación del buen estado del recurso y ecosistemas acuáticos asociados, por esta razón es tan importante el tema de gobernanza, que se complementa con los análisis técnicos que se puedan realizar para estudiar el estado del recurso y los aspectos como la administración y la planificación asociados con la gestión, cómo es posible ver en la presente investigación son temas que tienen una estrecha relación.

Conclusiones

La información correspondiente a la gestión del recurso hídrico generada durante los últimos diez años en la cuenca del río Bogotá se ha enfocado principalmente en temáticas de estado del recurso (calidad, oferta), los temas de gestión de mayor interés son los relacionados con la planificación y administración.

Los esfuerzos para caracterizar la calidad de agua y todas las actividades de gobernanza que se han abordado en la cuenca del río asociadas principalmente con conceptos de educación y pedagogía para promover hábitos que disminuyan el consumo, por ejemplo, con el tema de uso eficiente y ahorro de agua, constituyen una necesidad importante para

garantizar la sostenibilidad del recurso, por esta razón son las temáticas que despiertan mayor interés.

La planificación se aborda desde temáticas como el ordenamiento territorial, donde se presentan conceptos en común como el desarrollo urbano sostenible y el mantenimiento de la estructura ecológica principal.

Aspectos como la conservación se han asociado con el conocimiento local donde se evidencia la necesidad de incorporar a las dinámicas de planificación todo el conocimiento que tienen los pobladores de su territorio, sus dinámicas de uso e incorporarlas a las propuestas de uso sostenible de los recursos naturales.

La cuenca del río Bogotá posee gran cantidad de información relacionada con la gestión integral del recurso hídrico, sin embargo, es necesario empezar a generar estrategias para la apropiación de ese conocimiento que conduzca al mejoramiento y la recuperación del río, el análisis con minería de textos del presente trabajo constituye una primera aproximación.

Referencias

- Arias Consuegra, A., Mattos Salazar, J., Heredia, J., 2016. Minería de textos como una herramienta para agilizar la búsqueda de artículos científicos pertinentes para la investigación. Tesis de Grado. Universidad Simón Bolívar, San José de Cúcuta, Colombia.
- Ávila-Parada, M., Estrada Leal, M., 2017. Análisis estadístico de los eventos potencialmente catastróficos de origen natural, ocurridos en el departamento de Cundinamarca en el período 1970 – 2015. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de La Salle, Bogotá, DC.
- Ballester A., La Calle A., 2015. Gobernanza del agua. Participación pública en la planificación hidrológica. Cuadernos Prácticos, Observatorio de políticas de agua (OPPA). Fundación Nueva cultura del agua, Zaragoza, España.
- Barreto Torres, J., 2017. Pronóstico de inundaciones en la cuenca baja del río Tunjuelo por medio del uso de tecnologías geoespaciales. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomas, Bogotá, DC.
- Barrueto Muñoz, A., Calderón Urrego, M., 2017. Análisis del proceso de consulta previa como un instrumento estratégico en el POMCA del río Bogotá. Trabajo de grado. Especialización en Gestión Territorial y Avalúos. Universidad Santo Tomas, Bogotá, DC.
- Bucheli Campos, L., Vera Gasca, T., 2014. Evaluación de las causas y efectos ambientales de la operación actual del relleno sanitario Doña Juana para la determinación de los impactos generados por la localización del mismo. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de La Salle. Bogotá, DC.
- Camou, A. 2001. Los desafíos de la gobernabilidad. Estudio preliminar y compilación. Editorial Plaza y Valdés. México.
- Campos G., A., Holm-Nielsen, N., Díaz G., C., Rubiano V., D., Costa P., C., Ramírez C., F., Dickson, E. (Eds.), 2012. Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas. Banco Mundial, Bogotá, DC.
- Colmenares Rodríguez, H., Torres Guerrero, V., 2012. Evaluación de contaminación en agua, suelo y sedimentos, asociada a plomo y cadmio en la subcuenca del embalse del Muña, río Bogotá. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de la Salle. Bogotá, DC.
- Contreras Barrera, M. 2014. Minería de texto una visión actual. *Bibliot. Univ.* 17 (2), 129-138. DOI: 10.22201/dgb.0187750xp.2014.2.72
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca Colombia (CAR), 2019. De las más de cien curtiembres que operan en Villapinzón y Chocontá, 30 están en la legalidad. *Comunicado de prensa*, disponible en: <https://www.car.gov.co/saladeprensa/de-las-mas-de-cien-curtiembres-que-operan-en-villapinzon-y-choconta-30-est-an-en-la-legalidad>; consultado: septiembre 2020.
- Correa Assmus, G. 2015. Gobernabilidad del agua en Colombia: Dimensiones y contexto. *Rev. Educ. Desarr. Social* 9(2), 124-135. DOI: 10.18359/reds.950
- Cuellar Bohorquez, F. 2016. Modelo de revitalización urbana para la localidad de Ciudad Bolívar, sobre el eje ambiental de la cuenca del río Tunjuelito, en la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Arquitectura y Diseño. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, DC.
- Guerrero Cabrera, S. 2016. Análisis crítico del discurso: un discurso ecológico que integra el componente social. *Enunciación* 21(1), 45-60.
- Güiza Suárez, L., Londoño Toro, B., Rodríguez Barajas, C., 2015. La judicialización de los conflictos ambientales: un estudio del caso de la cuenca hidrográfica del río Bogotá (CHRB), Colombia. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 31(2) 195-209.
- Guzmán Ovalle, E. A., Morales-Cortes A., Guerra-Torres W. 2016. Determinación del grado de vulnerabilidad y cota de inundación del río Bogotá en el sector de Recodo Fontibón. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Civil, Universidad de La Salle, Bogotá, DC.
- Jiménez-Alvarado, J., Moreno-Díaz, C., Alfonso, A., Giordano, A., Vela-Vargas, M., Gomez-Hoyos, D.,

- González-Maya, J., 2017. Ciudades biodiversas: mamíferos medianos de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá D. C. Colombia. *Notas Mastozoológicas* 4(1), 37-41.
- Justicia de la Torre, M., 2017. Nuevas técnicas de minería de textos: aplicaciones. Tesis de doctorado. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Granada, Granada, España.
- López Vargas, A., 2014. El papel de los ecotonos urbanos en la planificación de los corredores ecológicos de ronda, caso de estudio río Fucha, Bogotá D.C. Tesis de maestría. Maestría de Arquitectura y Diseño. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.
- Madrigal Sánchez, A., Lizcano Castro, G., 2013. Evaluación del comportamiento de la descarga de lixiviado del relleno sanitario Doña Juana en el Río Tunjuelo. Trabajo de grado. Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.
- Martínez Figueroa, C., Moreno Giraldo, M., 2015. Aplicación de herramientas de modelación hidrológica y socioeconómica para el diseño del esquema de pago por servicios ecosistémicos en la cuenca alta del río Bogotá, sector Sisga-Tibitoc. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomas, Bogotá, DC.
- Martínez Cardozo L., Vargas Peña, Y., 2017. Evaluación de la contaminación en el suelo por plomo y cromo y planteamiento de alternativa de remediación en la represa del Muña, municipio de Sibate-Cundinamarca. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de la Salle, Bogotá, DC.
- Martínez Valdés Y., Villalejo García, V., 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Riha* 39(1), 58-72.
- Mayorga Guzmán, M., 2017. El agua y el río Bogotá articuladores del territorio. En: Memorias "Panoramas discontinuos entre fragmentos de gestión e ilusiones de recuperación". Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, DC.
- Meaning Cloud Developer, 2019. Tutorial: create your own deep categorization model. Disponible en: <https://www.meaningcloud.com/blog/tutorial-deep-categorization-customization>; consultado: septiembre 2021.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2018. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, DC.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2021a. Gobernanza del agua. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1957-gobernanza-del-agua>; consultado: septiembre 2021.
- Ministerio de Ambiente Y desarrollo Sostenible (MADS), 2021b. Gestión Integral del Recurso Hídrico. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico>; consultado: septiembre de 2021.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, DC.
- Moreno Torres A., Vera Forero, F., 2015. Correlación entre las concentraciones de cromo hexavalente en los sedimentos, las concentraciones de estos elementos y de parámetros fisicoquímicos en la columna de agua del río Tunjuelo impactado por las actividades de curtiembre del barrio San Benito, Bogotá. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Ambiental. Universidad Santo Tomas, Bogotá, DC.
- Motta Vargas, R., Ramírez Moreno, N., 2016. La gobernanza del agua y la participación ciudadana en Bogotá. *Rev. Republ.* (21), 159-177. DOI: 10.21017/Rev.Repub.2016.v21.a16
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2015. Principios de gobernanza del agua de la OCDE. Paris.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2019. Informe de políticas de la ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua. Ginebra.
- Reyes Sarmiento, L., 2020. Análisis crítico del discurso del derecho ambiental: Estudio de dos jurisprudencias. Documentos de Trabajo 124. Facultad de Derecho Ciencias Políticas y sociales. Universidad La Gran Colombia. Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/6310>; septiembre de 2021.
- Rodríguez Jeangros, N., 2014. Modelación integrada de la calidad de agua del río Bogotá y el sistema de drenaje urbano de la ciudad de Bogotá. Tesis de maestría. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes, Bogotá, DC.
- Sabogal Gutiérrez, D., 2015. Río Bogotá: interfaz de articulación regional. Trabajo de grado. Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.
- Secretaría Distrital de Planeación Bogotá (SDP), 2014. Aproximación de las implicaciones de fallo del consejo de estado sobre el río Bogotá en el ordenamiento territorial regional. *Revista Colección Integración Regional* 15. Bogotá, DC.
- Silva Oviedo, A., 2016. Biotopos artificiales y especies arquitectónicas: ecología para la cuenca media del río Tunjuelo, localidad de Usme. Trabajo de grado. Facultad de Arquitectura y Diseño. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.
- Ulloa, F. 2011. Manual de gestión de riesgos de desastre para comunicadores sociales. Una guía práctica para el comunicador social comprometido en informar y formar para salvar vidas. UNESCO, Lima.
- Urbano Riaño, D., 2014. Parque metropolitano zona franca Fontibón y de apoyo a la recuperación del río Bogotá. Trabajo de grado. Facultad de Arquitectura y Diseño, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, DC.