

# Implementación de tecnologías para la innovación social en ciudades inteligentes

## Implementation of technologies for social innovation in smart cities

DURÁN, Elda P. [1](#); ORTEGA, Catalina [2](#) y ZÁRATE, Ruth [3](#)

Recibido: 22/04/2019 • Aprobado: 03/08/2019 • Publicado 05/08/2019

### Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

#### RESUMEN:

El presente artículo expone los avances más significativos obtenidos en torno al desarrollo e implementación de tecnologías enfocadas en la Innovación Social (IS), en el marco de las ciudades inteligentes. Lo anterior, a partir de una revisión sistemática, en donde se identificaron y analizaron estudios preliminares en el tema objeto de estudio. Los resultados señalan las tendencias en investigación y prácticas de IS para el desarrollo de ciudades inteligentes.

**Palabras clave:** Innovación Social, Ciudades Inteligentes, Tecnologías, Revisión Sistemática

#### ABSTRACT:

This article exposes the most significant advances obtained around the development and implementation of technologies focused on Social Innovation (SI), within the framework of smart cities. The foregoing, based on a systematic review, where preliminary studies were identified and analyzed in the subject under study. The results indicate trends in research and SI practices for the development of smart cities.

**Keywords:** Social Innovation, Smart Cities, Technologies, Systematic Review

## 1. Introducción

En el contexto actual existen problemáticas de tipo social, económico y ambiental que afectan de manera significativa el progreso de la sociedad. La tendencia creciente de la ingobernabilidad en algunas regiones del mundo, las dificultades en el orden financiero, el inminente agotamiento de los recursos naturales no renovables, la amenaza del cambio climático, el peligro de pandemias de amplio cubrimiento, la marginalidad sectorizada que se traduce en pobreza extrema, como consecuencia de procesos económicos que solo acentúan la diferencia social entre naciones. Los fenómenos expuestos, son solo algunas situaciones de cómo el desarrollo humano se está viendo afectado en cada uno de sus aspectos claves; convirtiendo la desigualdad en la característica predominante del mundo contemporáneo.

Las actuales alternativas de solución existentes para las problemáticas expuestas, solo corrigen una parte de la situación, o por el contrario en algunos casos resultan absolutamente ineficaces (Carreño, 2013), por tanto, es necesario empezar a tener en cuenta otras alternativas integrándolas desde la perspectiva de la Innovación Social, toda vez, que esta proporciona un enfoque integral, cuyo valor agregado aporta principalmente a la construcción de la sociedad desde un enfoque holístico, centrando su atención en el individuo y su contexto (BUCKLAND & MURILLO, 2014).

Por tanto, el presente artículo tiene como propósito analizar los avances más significativos obtenidos en torno al desarrollo e implementación de tecnologías enfocadas en la Innovación Social (IS), en el marco de las ciudades inteligentes. Dicho análisis se realizó desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS y las políticas públicas, dado que se orientan a la reducción de la pobreza, inclusión social y fomento a la educación; no obstante, dichas políticas se configuran como poco efectivas en su totalidad, lo que acarrea que las oportunidades en diversos ámbitos para la población más vulnerable se vean reducidas considerablemente. En consonancia con lo expuesto, los hallazgos obtenidos reflejan soluciones puestas en marcha por diversos países del mundo, los cuales buscan responder a las problemáticas mencionadas, como opciones viables de implementarse exitosamente en contextos análogos.

---

## 2. Metodología

Para el diseño metodológico, en una primera fase se realizó un protocolo que permitió hacer una revisión sistemática mediante un análisis bibliométrico, se identificaron los estudios preliminares que servirían de insumo para la investigación. Lo anterior, fue posible gracias al diseño de una ecuación de búsqueda aplicada en la base de datos Scopus. Una vez corroborada la existencia de suficiente documentación relacionada con el tema de investigación, se procedió al análisis de estudios, con la finalidad de establecer qué tan relacionados se encontraban los documentos con el tema objeto de estudio. Aquellos que estaban directamente relacionados con la temática, se analizaron a mayor profundidad, y según su relevancia fueron incluidos en el documento final de la investigación.

Asimismo, se utilizaron otras fuentes de información, como revisión de literatura gris, páginas web de innovación tecnológica, emprendimiento colaborativo y crowdfunding o financiamiento colectivo, también aquellas de contenido científico o periodístico. En consonancia con la línea temática establecida en la metodología, para el análisis, la presentación e interpretación de los resultados, se realizó la descripción de las características y particularidades de cada uno de los estudios analizados (Tranfield & Denyer, 2003). Las prácticas de innovación social gestadas gracias a la utilización de diversos recursos tecnológicos, como los que se expondrán en el presente documento, pueden ser tomados como fundamentos para un futuro análisis y desarrollo en países con contextos análogos, o para el fomento y apoyo de los que fueron concebidos por entusiastas emprendedores.

### 2.1. Metodología de la revisión sistemática

El desarrollo metodológico se llevó a cabo en tres etapas primordiales. La primera corresponde a la planeación de la revisión, la segunda al desarrollo de la revisión y la última corresponde a la interpretación y presentación de resultados (Aramburu, 2015). Como paso a paso para la consecución de cada una de las etapas, se siguió la siguiente línea de trabajo (ver figura 1).

**Figura 1**  
Etapas de la elaboración de  
una revisión sistemática



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España)

Para el proceso de búsqueda de los documentos que se utilizaron en la realización de la revisión sistemática, se delimitaron tres palabras clave: innovación social, tecnologías y ciudades inteligentes. Posteriormente, partiendo de la delimitación establecida, se desarrolló la búsqueda en cuatro etapas (Beltrán, 2005):

- Búsqueda de artículos en bases de datos, que tuvieran como tema principal la innovación social.
- Lectura del resumen del artículo, con la finalidad de encontrar términos que contribuyeran a enriquecer la búsqueda y aumentaran las probabilidades de encontrar mayor material de trabajo.
- Realización de combinaciones de búsqueda entre los términos encontrados y el de innovación social.
- Generación de la ecuación de búsqueda definitiva.

## 2.2. Ecuación de búsqueda

Partiendo del concepto de Innovación Social, se realizó una búsqueda preliminar de publicaciones, que se constituyeron en fundamento para establecer los términos afines con el tema de estudio. Después, se inició el diseño de la ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, en donde se comprobó que los artículos seleccionados presentaran en su abstract o resumen sin ningún tipo de separación, las palabras Innovación Social. Como tercer paso se refinó la búsqueda mediante la selección de artículos en, español, inglés, portugués y francés que hubiesen sido publicados en una ventana de observación desde el año 2000 en adelante. Posterior a la concreción de la ecuación de búsqueda definitiva, se replicó en las bases de datos Web Of Science en donde se obtuvieron 372 artículos. Estos resultados se pueden visualizar en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
Creación de la ecuación de búsqueda.

Ventana de tiempo	2000 – 2018
Base de Datos	Scopus, ProQuest y Web of Science
Términos	Social, Innovation, Development, Experiences, Economic, Policy, New Technology, Projects, Improvement, Life Quality, Growth, Sustainable Development, Smart City

Criterios de Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos con fecha de publicación posterior al año 2000</li> <li>• Documentos en español, inglés, portugués y francés</li> <li>• Documentos en cuyo abstract, se encuentren juntas las palabras ISOCIAL INNOVATIONII</li> </ul>	
Ecuación de búsqueda		
<p>TITLE-ABS-KEY28 ((SOCIAL INNOVATION) OR (TECHNOLOGY)) OR (SOCIAL DEVELOPMENT PROJECT*) OR (SUSTAINABLE DEVELOPMENT) OR (SOCIAL LIFE QUALITY IMPROVEMENT) OR (SOCIAL INNOVATION AND POLICY) OR (SOCIAL INNOVATION AND SMART CIT*) OR (SOCIAL INNOVATION EXPERIENCES) AND PUBYEAR &gt; 2000 AND ABS(SOCIAL PRE/1 INNOVATION) AND ( LIMIT-TO(LANGUAGE,"English" ) OR LIMIT-TO(LANGUAGE,"Spanish" ) OR LIMIT-TO(LANGUAGE,"French" ) OR LIMIT- TO(LANGUAGE,"Portuguese" ) ) AND ( EXCLUDE(DOCTYPE,"ch" ) OR EXCLUDE(DOCTYPE,"bk" ) ) AND ( LIMIT-TO(DOCTYPE,"ar" ) OR LIMIT-TO(DOCTYPE,"ip" ) )</p>		
Resultados		
Scopus	ProQuest	Web of Science
470 articles	498 articles	372 articles

Pese a que ProQuest presentó una cantidad de artículos mayor a Scopus, se decidió trabajar con la última -Scopus-, por cuanto permite visualizar la descripción estadística de resultados; pieza clave para la realización del análisis bibliométrico.

### 2.3. Identificación de estudios

La selección de los documentos se inició a partir de la búsqueda de artículos en la plataforma de Scopus, aplicando la ecuación base y tomando como criterio, título, resumen y palabras clave. Como resultado de dicha búsqueda, se encontraron 1.170 documentos, a los cuales se les aplicó un análisis de identificación representado en la figura a continuación:

**Figura 2**  
Proceso de identificación de estudios.

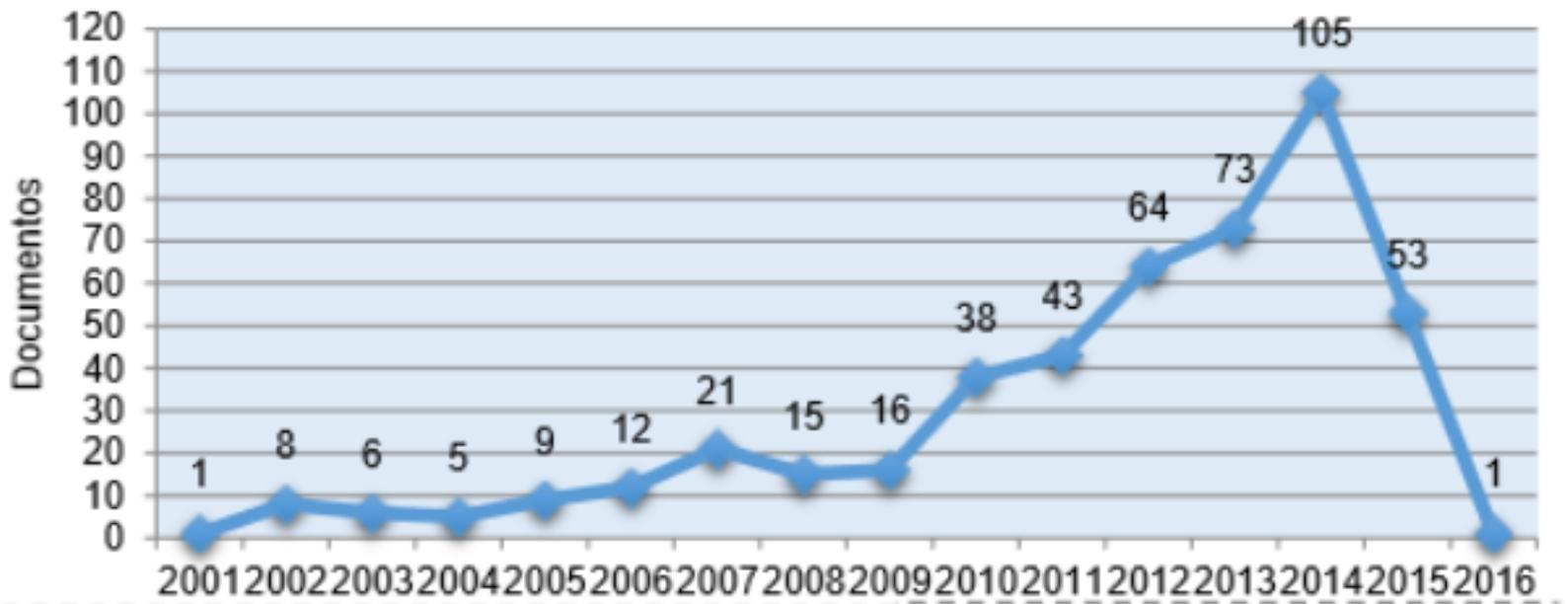


## 3. Resultados

### 3.1. Resultados del análisis bibliométrico

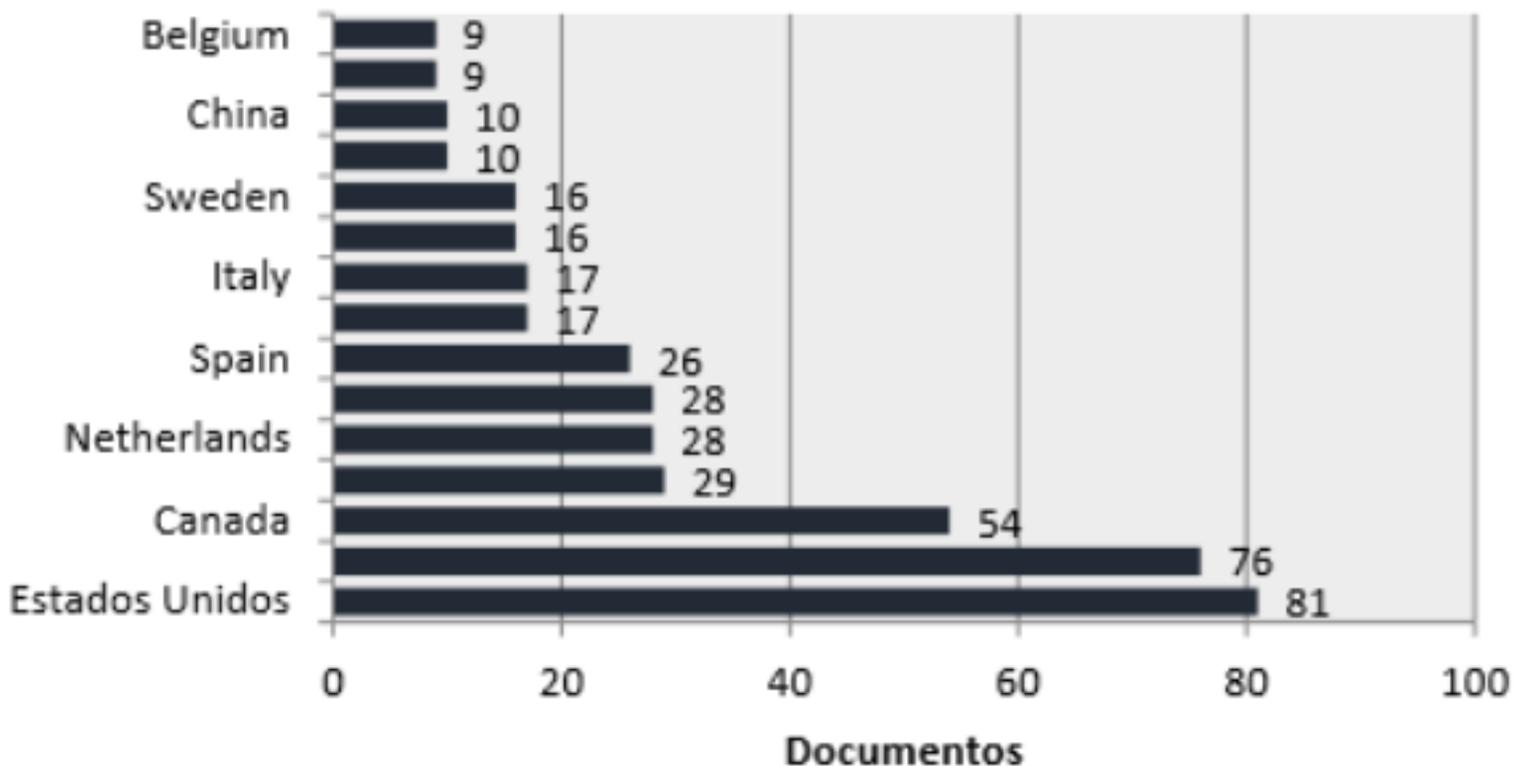
De acuerdo con la figura 3, es posible apreciar que después del año 2009, se presentó un crecimiento sostenido en cuanto a la producción de artículos relacionados con esta temática, alcanzando su mayor pico en el año 2014; periodo en el cual se llegó a un máximo de 105 publicaciones. Durante este mismo periodo, Estados Unidos fue el país con el mayor número de publicaciones llegando a un total de 21 artículos publicados, seguido por el Reino Unido con un total de 12 artículos, Canadá con 12 y Francia con 9 artículos publicados. Asimismo, las ciencias sociales y la gestión empresarial fueron los temas más tratados en estas publicaciones con un 55% y un 26% respectivamente.

**Figura 3**  
Publicaciones por año



En la figura 4, se infiere la marcada influencia que tienen Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá en cuanto a la producción de artículos científicos relacionados con la Innovación Social. Esto se debe al alto grado de desarrollo económico, tecnológico y social que presentan estos países, los cuales se encuentran un paso adelante en lo que se refiere a la solución de problemas que involucren a su población general.

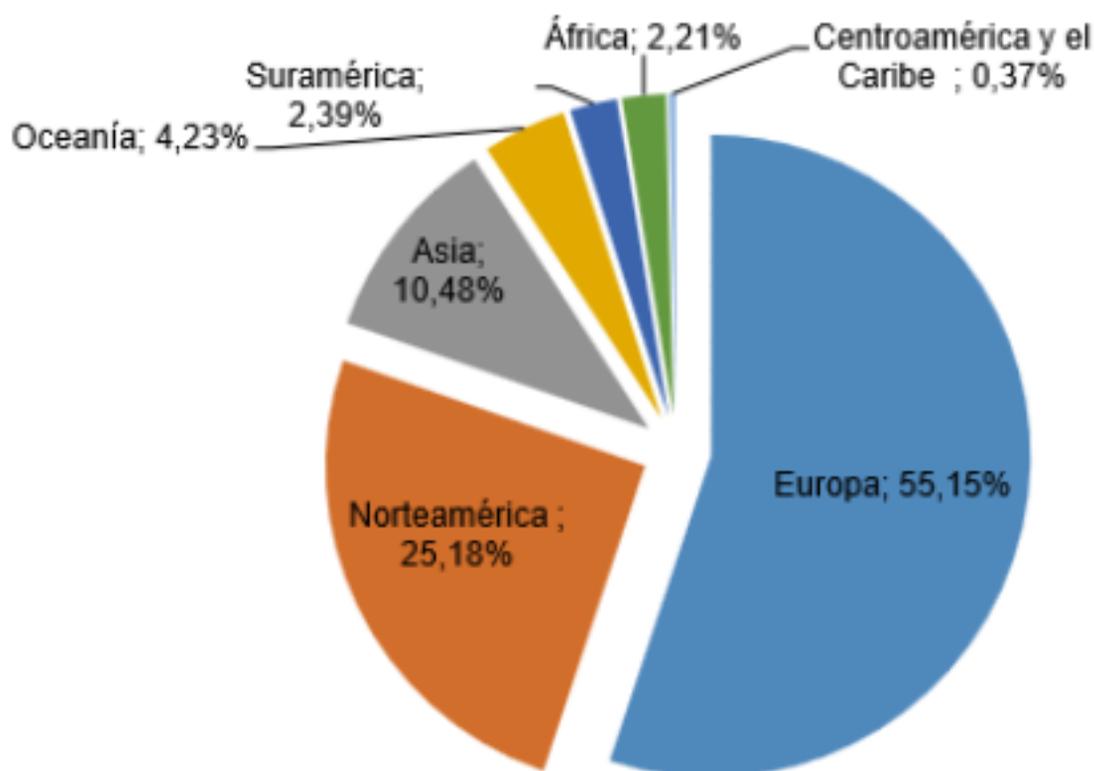
**Figura 4**  
Publicación por países



Se evidencia que Europa y Norteamérica son los dos continentes que se encuentran a la vanguardia en cuanto a la producción científica e Innovación Social se refiere, con un porcentaje combinado del 83% perteneciente a artículos publicados en los últimos 15 años

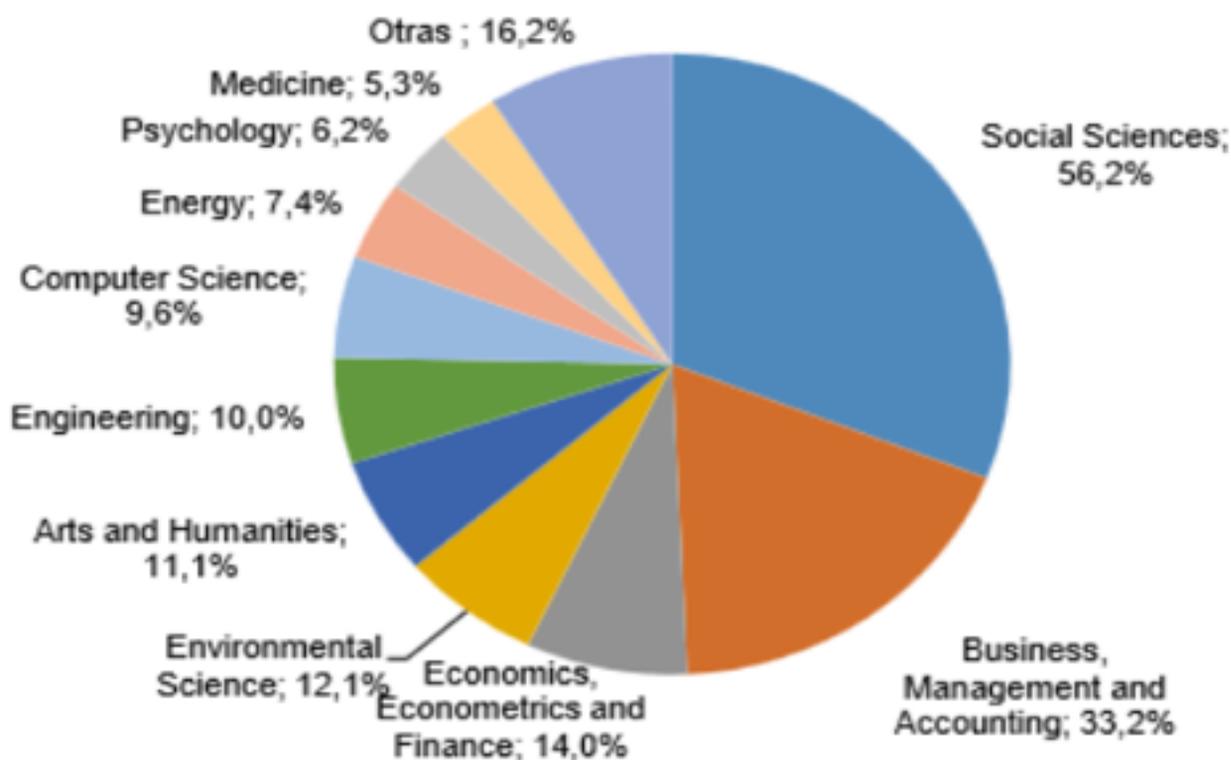
(figura 5). En lo que respecta a Colombia, se devela una incipiente participación dado que se registra únicamente un artículo titulado "Análisis de una innovación social: El Comité Universidad Empresa - Estado del Departamento de Antioquia (Colombia) y su funcionamiento como mecanismo de interacción" publicado en el 2015 por la Universidad Nacional de Colombia.

**Figura 5**  
Publicaciones por continente



En cuanto a las áreas de estudio sobre las cuales se han generado publicaciones relacionadas con la Innovación Social, se destacan las ciencias sociales, así como la rama de negocios, gestión empresarial y finanzas, las cuales representan el 89% de las publicaciones arrojadas por la ecuación de búsqueda (figura 6).

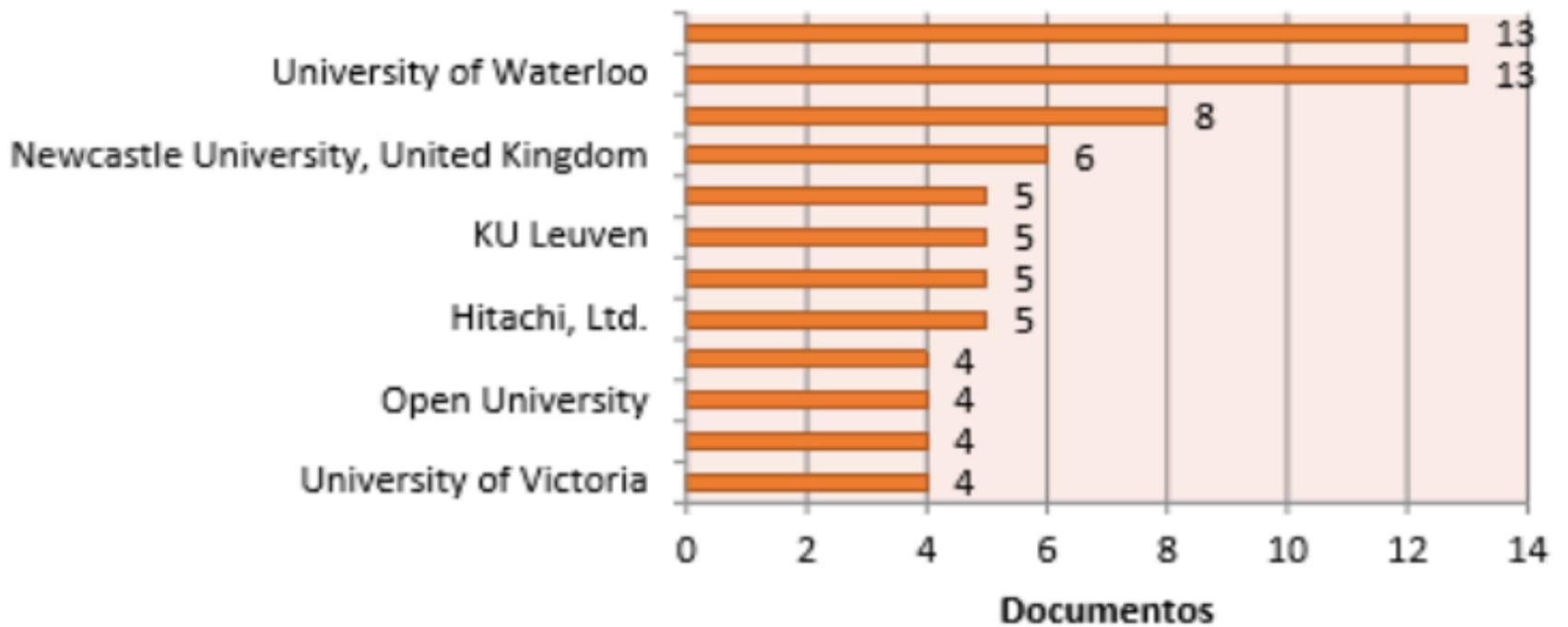
**Figura 6**  
Documentos por área de estudio



Las universidades de Canadá, Reino Unido y España con 30, 22 y 10 publicaciones, respectivamente, son las que tienen un mayor porcentaje de desarrollo de trabajos fundamentados en la innovación social. Donde la universidad de Quebec Montreal y la universidad de Waterloo presentan el mayor número de publicaciones con 13 cada una, seguidas de la universidad de Oxford, con 8. Sin embargo, las demás instituciones de educación superior participan en la generación de publicaciones con un número que oscila

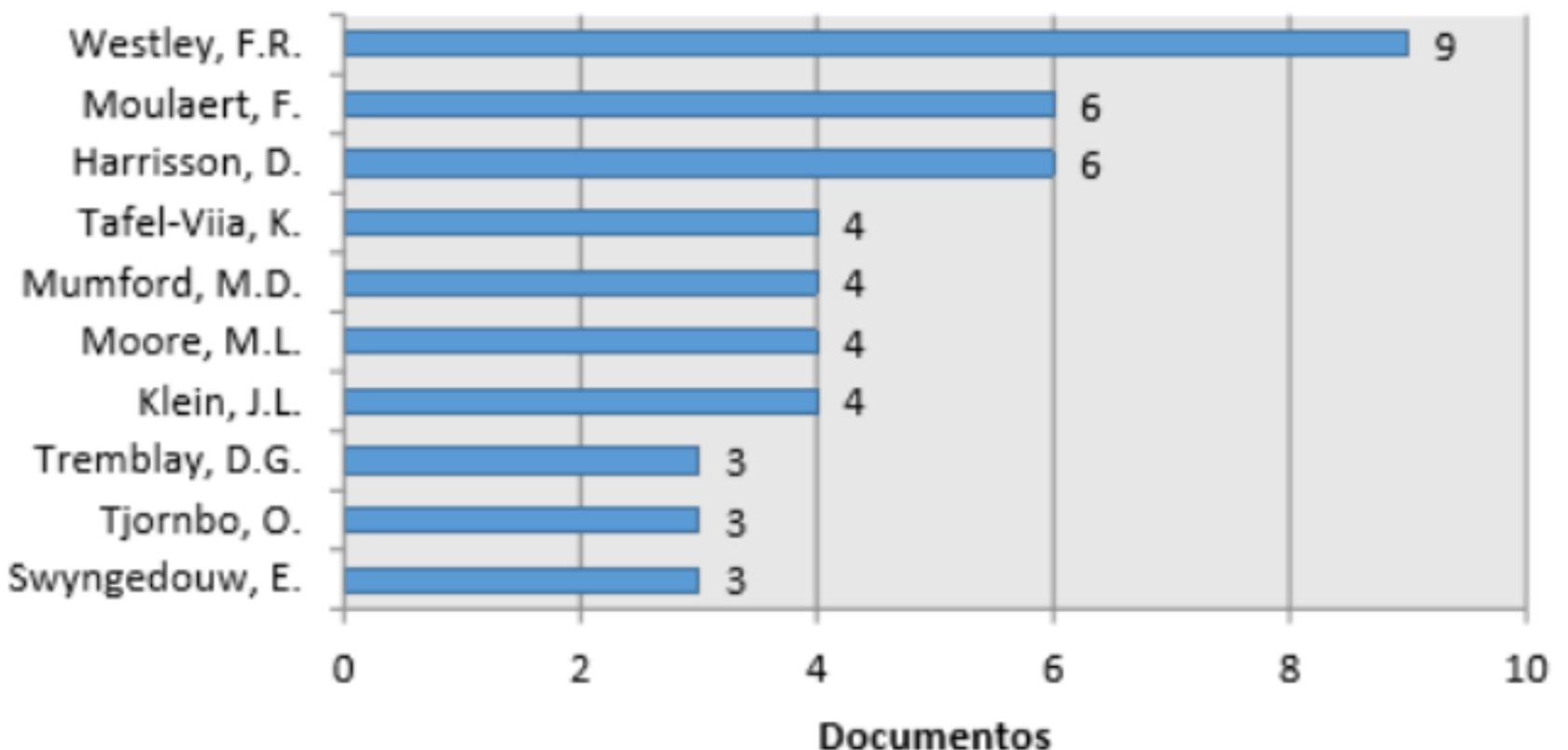
entre 4 y 6 (figura 7).

**Figura 7**  
Instituciones con mayor número de publicaciones



En otros términos de búsqueda y según lo ilustrado en la referencia, la Doctora Frances Westley, es quien se encuentra a la cabeza de los autores más participativos e importantes en cuanto a la publicación de artículos relacionados con el tema de la Innovación Social. Esta catedrática se desempeña desde el 2007 en la Universidad de Waterloo, ubicada en Ontario – Canadá (figura 8). Es una de las principales líderes de la amplia iniciativa canadiense de Innovación Social, a la cabeza del Waterloo Institute for Social Innovation and Resilience y de la Social Innovation Generation. Este último es una entidad de ámbito nacional encargado de enfrentar los desafíos ecológicos y sociales canadienses, mediante la creación de una cultura continua de Innovación Social. En segunda instancia se encuentran dos autores con igual número de artículos (6) Moulaert y Harrison. Posteriormente se encuentran 7 articulistas con producciones similares en cuanto a cantidad se refiere.

**Figura 8**  
Autores representativos en la temática de Innovación Social



### 3.2. Revisión de literatura

La recopilación y posterior análisis de la literatura existente relacionada con la Innovación

Social mediante la aplicación de tecnologías en ciudades inteligentes, dio como resultado la identificación de los tópicos más relevantes para el funcionamiento sostenible de una ciudad, entre los cuales se encuentran la necesidad de contar con agua potable para el consumo de la población, energía eléctrica constante y económicamente asequible, así como la eficiente disposición, tratamiento y transformación de los residuos.

### **Obtención de agua potable**

El mundo se está quedando sin reservas de agua dulce. Se estima que cerca de 2/3 partes de los afluentes del mundo presentarán escasez de agua para el año 2030. Sólo el 0,01% de toda el agua en el mundo es accesible sin necesidad de desalinización del agua marina, sin embargo, la desalinización tiene una alta demanda energética y por lo tanto es un importante emisor de gases de efecto invernadero. Una planta de desalinización de 500kL/día emite el equivalente a 1.000.000 de toneladas de CO2 por año o un extra de 220.000 automóviles en la carretera cada año (CARNEGI, 2016).

Esto sin contar que la población del planeta crece rápidamente. Los análisis indican que, de mantenerse las prácticas actuales, a nivel mundial habrá una carencia de un 40% entre la demanda prevista y el suministro disponible en 2030 ya que para saciar la sed de los 9.000 millones de personas que vivirán en el planeta, se requerirá cerca de un 50 % más de agua potable. Actualmente, al menos 748 millones de habitantes a nivel mundial no tienen acceso a agua potable segura. Las malas condiciones de saneamiento, suministro de agua e higiene, provocan alrededor de 675.000 muertes prematuras cada año. Asimismo, la falta de acceso a agua segura redonda en pérdidas económicas equivalentes al 7 % del Producto Interno Bruto (PIB) anual en algunos países.

Por lo expuesto, se debe garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos, es uno de los objetivos de mayor importancia planteados en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, que se llevó a cabo en septiembre de 2015. En dicha cumbre los estados miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 con un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con los cuales se busca poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia y hacer frente al cambio climático.

El objetivo 6 sobre agua limpia y saneamiento básico, busca que se desarrollen determinadas iniciativas para la obtención de agua potable con el fin de suplir la necesidad de la población en las diversas regiones del planeta que actualmente requieren de este preciado líquido. A continuación, se presentan algunas de estas innovadoras iniciativas:

#### ***Destilación Térmica Solar – HydroRevolution***

Esta iniciativa se está llevando a cabo en California - Estados Unidos por parte de la empresa WaterFX, en respuesta a la necesidad de agua potable que presentan los agricultores al momento de riego de sus cultivos, teniendo en cuenta los efectos negativos que afectan las fuentes hídricas naturales y el régimen de lluvias, generados por el cambio de las variables climáticas y el aumento continuo de las temperaturas (Li, Goswami, & Stefanakos, 2013).

HydroRevolution es una planta de desalinización que utiliza como fuente de energía la radiación solar para generar agua dulce a partir del agua de mar, sin que generen efectos ambientales nocivos y la demanda de energía que generalmente se requeriría en el proceso tradicional de desalinización de agua marina. El método de destilación solar térmica empleada por la empresa; Aqua4™, genera agua dulce a un costo operativo menor que la ósmosis inversa de las instalaciones de desalinización tradicionales, además de tener la capacidad de tratar una amplia variedad de fuentes de agua (Li, Goswami, & Stefanakos, 2013).

Los paneles solares de este tipo de plantas son capaces de concentrar la energía proveniente del sol hasta 36 veces, debido a que simulan el efecto generado por una lupa cuando los rayos del sol pasan a través de esta. La energía obtenida calienta el aceite mineral que recorre las tuberías de la planta y se encarga de evaporar el agua salada contenida en la caldera, recreando de esta manera el proceso de ósmosis inversa que separan las moléculas de agua, de aquellas sales minerales u otros desechos más pesados que se encuentran presentes en el agua de mar. Como resultado de este proceso, se obtiene agua potable para consumo y riego, así como cristales de sal que son empleados en diversas aplicaciones

industriales tales como la producción de carbonato sódico sintético ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), hipoclorito cálcico ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), el dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), o el clorato sódico ( $\text{NaClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

### **Sistema CETO**

La empresa Australiana Carnegie Wave Energy Limited creó un novedoso sistema que genera energía renovable y agua limpia. La firma ha encendido la primera estación piloto de energía undimotriz conectada a una red eléctrica en la costa occidental de Australia. La sorprendente tecnología, bautizada con el nombre de CETO en honor a una diosa griega que personifica los peligros del océano, transforma la energía que provee las olas del mar en energía eléctrica renovable y agua desalinizada.

El funcionamiento de la tecnología CETO es sencillo: Las boyas se encuentran ubicadas a 1 y 2 metros bajo las olas, zona donde se capta el mayor caudal de energía (CETO es un sistema totalmente sumergido, evitando así el impacto visual). Cada boya va unida a un pistón o bomba mediante una línea de sujeción, la que a su vez está anclada al fondo del mar. A medida que la boya oscila en diferentes sentidos; siguiendo el vaivén de las olas, se mueve un pistón, el cual al subir y bajar comprime y desplaza el agua de mar a alta presión a través de una tubería submarina, para finalmente llevar esta presión de agua a la planta generadora, ya sea para producir energía eléctrica mediante el uso de turbinas y/o desalinizarla mediante el principio de ósmosis inversa. De esta manera, el proceso para generar energía opera como un circuito cerrado, mientras que cuando se ocupa para desalinización es un circuito abierto en que el agua desalinizada queda en tierra y el resto se devuelve al sistema (CARNEGI, 2016).

Las boyas están dispuestas entre los 50 y 80 metros de profundidad y su distancia desde la costa dependerá de las condiciones del sector, pudiendo ser a 200 metros o más. De esta forma, todos los componentes de generación eléctrica y maquinaria de desalinización están ubicados en seco, sobre la costa, donde el mantenimiento es más sencillo y menos costoso. Adicionalmente se suprimen los cables de transmisión eléctrica submarinos.

### **Generadores de agua atmosférica**

Los científicos investigadores en el Instituto Fraunhofer de Ingeniería Interfacial y Biotecnología - IGB en Stuttgart, en colaboración con sus colegas de la empresa Logos Innovation, han encontrado una manera de convertir la humedad del aire de forma autónoma y descentralizada, en agua potable. El proceso desarrollado se basa exclusivamente en fuentes de energía renovables: como colectores solares térmicos y células fotovoltaicas, lo que hace que este método sea completamente autónomo, energéticamente hablando. Esto se plantea como una ventaja especialmente importante en regiones donde no se cuenta con una infraestructura eléctrica instalada.

El principio del proceso es el siguiente: primero la salmuera higroscópica – la solución salina que absorbe la humedad – se desplaza por una unidad en forma de torre y absorbe el agua del aire. Esta es succionada en un tanque a pocos metros del suelo en el que prevalece el vacío. La energía de los colectores solares calienta la salmuera, que se diluye por el agua que ha absorbido.

Debido al vacío, el punto de ebullición del líquido es menor, al que generalmente se encontraría bajo una presión atmosférica normal. El agua no salina evaporada, se condensa y se escurre a través de un tubo completamente lleno de una manera controlada. La salmuera reconcentrada corre por la superficie de la torre nuevamente para absorber la humedad del aire.

Actualmente existen empresas que han hecho desarrollos utilizando esta tecnología. La compañía Israelita WaterGen, liderada por un excomandante de las Fuerzas de Defensa de Israel, basó su solución en la necesidad de las tropas del ejército de contar constantemente con agua potable para suplir las necesidades de hidratación de sus soldados. El dispositivo desarrollado pesa 16 kilos y está diseñado para que los soldados puedan transportarlo fácilmente como si fuese un morral. Adicionalmente, cuenta con dos baterías de 12 voltios que permiten purificar hasta 200 litros de agua. (CARNEGI, 2016).

En la ciudad de Sao Paulo opera la empresa Wateair que, aprovechando la posibilidad de

extraer agua a partir de la condensación del aire, es capaz de generar hasta 5.000 litros de agua potable al día. Una vez filtrada, al agua se le añade calcio, magnesio, potasio y silicio para que sea potable.

### ***Condensación de la humedad en el aire***

Aprovechando la posibilidad de condensar la humedad presente en el aire y convertirla en agua potable, se creó por parte del Kristof Retezár un dispositivo portátil verdaderamente ingenioso y sencillo. Este se conoce como Fontus y se encarga de condensar la humedad del aire mientras el usuario se desplaza en bicicleta, rellenando de esta manera una botella que se instala en el marco de esta, para que cada poco tiempo se pueda disponer de agua limpia y potable. Este podría ser una solución en lugares cuya disposición de agua potable es escasa, aunque todavía se han de solventar algunos problemas de diseño (Retezár, 2010).

El verdadero logro de Fontus es su sencillez, pues tan solo utiliza unos condensadores y una placa solar, mediante los cuales es capaz de condensar el agua a partir de la humedad ambiental relativa. Para ello emplea un condensador accionado por la placa solar que atrapa el agua del aire que pasa por la boca del aparato. El condensador está unido a la botella donde irá dejando caer el agua acumulada. El mecanismo de Fontus puede ser empleado en lugares con déficit de agua potable, lo cual puede ser muy útil en países de latitudes medias y cálidas. Este prototipo no solo podría implementarse a esta escala, ya que para él se estiman nuevos usos, más que interesantes. Por ejemplo, este mismo modelo podría usarse en términos industriales en lugares cuya calidad del agua es poco salubre o difícil de obtener, especialmente en lugares tropicales donde el agua está muy contaminada.

### ***Captación de precipitación horizontal***

Los dispositivos basados en este principio son fáciles de construir y su costo es relativamente bajo, teniendo en cuenta que los recursos necesarios para su fabricación son fácilmente accesibles y económicos. Generalmente, constan de una malla que se usa para captar la humedad del aire mediante la condensación de la niebla. En diversas zonas de Suramérica, como el Desierto de Atacama o Peña Blanca en Chile, Pucará en Perú o Valle del Cauca en Colombia, se utilizan sencillos sistemas que constan de una tupida red ubicada de forma perpendicular al flujo de aire, con la finalidad de capturar la mayor cantidad de humedad posible del aire circundante, conocidos como redes atrapa-nieblas (Bringing Science & Development Together Through News & Analysis, 2016).

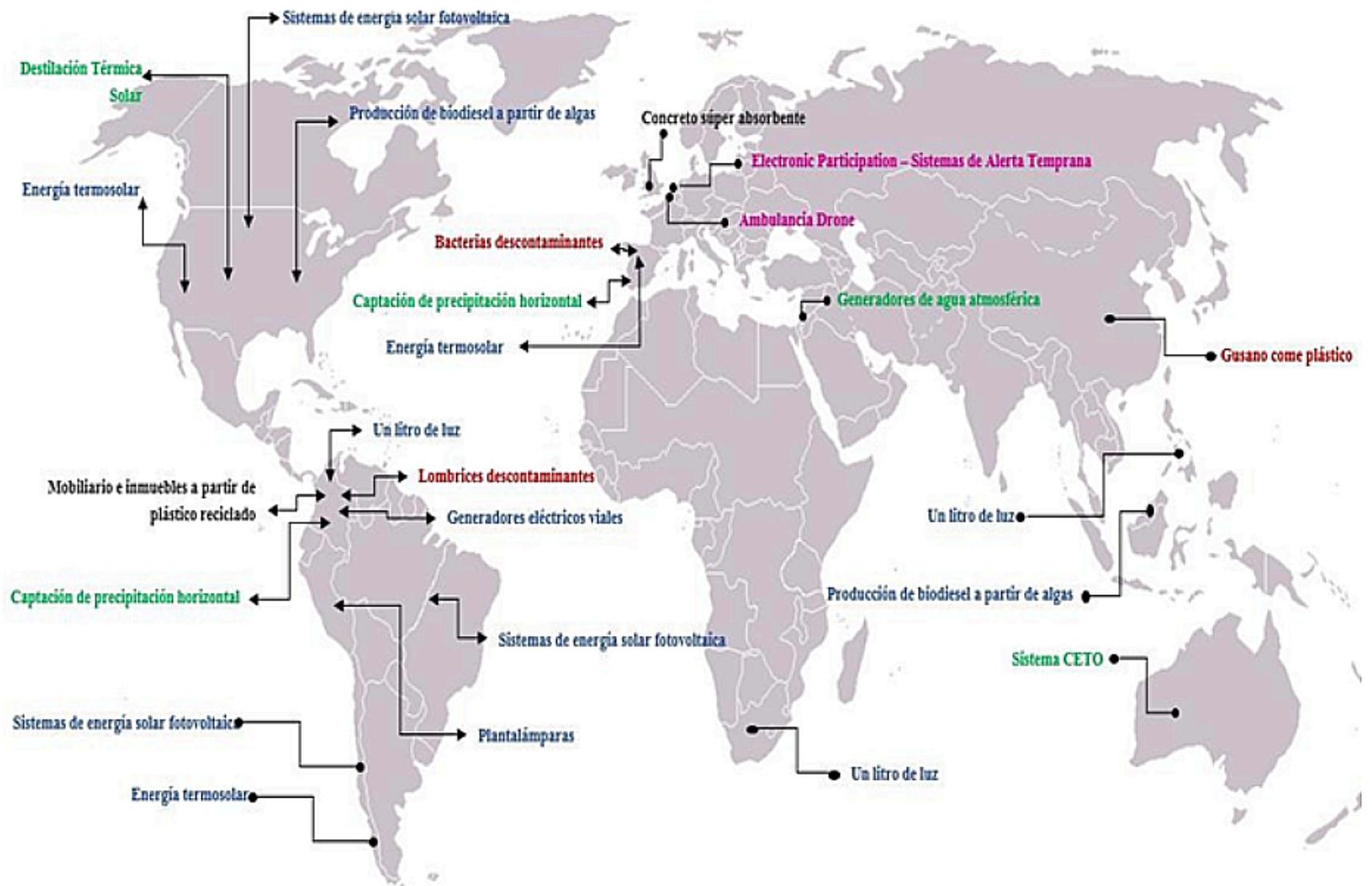
### ***Warka Water***

En Etiopía se hizo un desarrollo similar a los atrapa-niebla de América Latina y España, pero con un enfoque más arquitectónico que los presentados en el párrafo anterior. Este consiste en una torre hecha de bambú y plástico biodegradable que puede recolectar agua de la lluvia, niebla y el rocío. Fue desarrollada por la firma arquitectónica Architecture and Vision para ayudar a las poblaciones de escasos recursos a tener agua potable todos los días. Su estructura mide 10 metros de alto y 4,2 metros de ancho y puede recolectar hasta 99 litros de agua potable al día, está fabricada de bambú con una red de plástico biodegradable que ayuda a recolectar agua de la neblina (WARKA WATER, 2016).

En materia de obtención de agua potable y generación de energías limpias, se encontró que existen proyectos en etapas avanzadas de desarrollo o que ya están operando exitosamente, convirtiéndose en soluciones para estos dos aspectos de vital importancia para el normal funcionamiento de las sociedades y todo lo que ellas involucran. Para ilustrar de una manera gráfica los resultados de la tabla en mención, en la Figura 9 se muestra una distribución de las ideas según su país desarrollador.

#### **Figura 9**

Distribución mundial de las ideas desarrolladas



## **Tratamiento de residuos**

La gestión de los residuos es hoy un tema de preocupación en el planeta pues a medida que el mundo evoluciona lo hacen las sociedades, cambiando sus estructuras y sus esquemas de producción y de consumo. El desarrollo tecnológico y los patrones presentes de consumo han traído, como consecuencia, un aumento en los volúmenes de residuos generados en todos los continentes.

En los países en desarrollo la atención de esta problemática ha sido más lenta que en los países más desarrollados, persistiendo aún importantes carencias de infraestructuras ambientalmente adecuadas para gestionar dichos residuos. Esta situación puede ocasionar impactos ambientales en la salud con costos asociados extremadamente altos. Los sitios contaminados cuyo origen es una disposición inadecuada de residuos son un ejemplo claro de esta situación, con numerosos ejemplos de repercusiones sobre la salud y el ambiente. Siguiendo este orden de ideas se presentan a continuación algunas iniciativas que podrían llegar a subsanar esta grave problemática medioambiental.

### **Gusano come plástico**

Un estudio en curso llevado a cabo por ingenieros del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Stanford, en colaboración con investigadores de China, muestra que los gusanos de harina (estado larvario del escarabajo *Tenebrio molitor*) pueden biodegradar de forma segura varios tipos de plástico, tal como es el caso del poliestireno expandido, mayormente conocido como icopor. Los gusanos convierten aproximadamente la mitad de la espuma de poliestireno en dióxido de carbono, como lo harían con otras fuentes de alimento. Aproximadamente en 24 horas, el contenido restante se excreta en forma de pequeñas partículas de material biodegradable que puede ser utilizado como fertilizante en cultivos de alimentos (Yang, Yang & Wu, 2015).

La comprensión de cómo las bacterias dentro de los gusanos de harina llevan a cabo esta hazaña podría potencialmente permitir nuevas opciones para la gestión segura de los residuos plásticos. Los investigadores, han demostrado en investigaciones anteriores que los gusanos de cera, las larvas de la polilla india de la harina, tienen microorganismos en sus intestinos que pueden biodegradar polietileno, un plástico utilizado en la producción de bolsas de basura. La nueva investigación sobre gusanos de la harina es significativa, porque

la espuma de poliestireno no es biodegradable y por lo tanto representa una grave problemática para el medio ambiente (Yang, Yang & Wu, 2015).

### **Plantas sostenibles para el reciclado de aguas residuales**

En Colombia, el 85% de su agua residual se vierte en ríos y acuíferos sin haber sido tratada previamente, según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Esta situación contamina los recursos hídricos y obstaculiza el acceso al agua potable a la población. En vista de esta situación la empresa AcuaCare, desarrolló plantas sostenibles para el reciclado de aguas residuales. Este sistema permite recuperar y reutilizarla el agua contaminada para regar campos al tiempo que produce un abono que se puede utilizar como fertilizante. Aunque el agua que recicla no se puede usar para consumo humano porque su potabilización sería muy cara, sí puede utilizarse para regar los campos, lo que supone un ahorro de agua disponible para consumo.

El mecanismo consta de dos pasos: primero el fluido contaminado se almacena en un depósito tras pasar por un gran filtro que recoge grandes sólidos. Después y desde este tanque, pasa por unas tuberías hacia unos aspersores que rocían una piscina llena de un material esponjoso. Esta capa de material está formada por materia orgánica, lombrices y serrín y funciona como un filtro que retiene los contaminantes y deja pasar el agua limpia.

**Figura 10**

Funcionamiento de la planta de reciclado de agua



Fuente: Disponible en: <https://www.acuacare.com/>

## **4. Conclusiones**

Con el diseño del protocolo de revisión sistemática utilizado en esta investigación se buscó identificar las propuestas e ideas innovadoras en el ámbito social, que permitieran una panorámica mundial de soluciones aplicables a los problemas que aquejan a la sociedad actual. Cada uno de los tópicos desarrollados en esta revisión sistemática: obtención de agua potable para el consumo de la población, generación de energía eléctrica constante y económicamente asequible, eficiente disposición, tratamiento y transformación de residuos, se abordaron debido a su impacto en el funcionamiento de aquellas ciudades interesadas en lograr un desarrollo sostenible a través del avance de su infraestructura, el mejoramiento de la calidad de vida de sus ciudadanos y el uso eficaz de los recursos medioambientales.

Cada proyecto analizado según los tópicos mencionados permiten evidenciar que se cuenta con soluciones realizables y potencialmente escalables; algunas son relativamente accesibles para la población en general. Estas innovaciones no solo tienen el potencial para mejorar la calidad de vida de las personas en las ciudades en las que podrían ser implementadas, sino que algunas tienen propósitos de repercusión a gran escala; como es el caso de las tecnologías con perfil de generación energética, las cuales plantean eliminar la dependencia de recursos no renovables como son los combustibles fósiles, optando por la utilización de otros elementos y procesos como la conversión de energía térmica solar, la producción de energía fotovoltaica o la utilización de energía cinética.

Se han concebido iniciativas innovadoras que, a través de procesos biológicos naturales, como el uso de gusanos, biodigestores y plantas, transforma la basura y los desechos, en elementos no contaminantes y fuentes de energía utilizables. Demostrando con esto que es posible plantear soluciones eficaces, eficientes, sostenibles y justas, no solo para el ser humano sino también para el medio ambiente quien finalmente nos provee con los recursos vitales para nuestra subsistencia.

---

## Referencias bibliográficas

ARAMBURU, C. (2015). Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Departamento de Investigación e Información. N° 1042. España.

Bringing Science & Development Together Through News & Analysis. (2016). Captación de precipitación horizontal. Disponible en: <https://www.scidev.net/global/>

CARNEGIE. (2016). Clear energy, CETO. Disponible en: <http://carnegiewave.com/ceto-freshwater/>.

CARNEGIE. (2016). sistema que genera energía y purifica agua con las olas del mar. Disponible en: <http://www.energiahoy.com/site/ceto-sistema-que-genera-energia-y-purifica-agua-con-las-olas-del-mar/>

Departamento Nacional de Planeación. (2013). Bases Conceptuales de una Política de Innovación Social. Subdirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá.

BELTRÁN, O. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. En: Revista Colombiana de Gastroenterología. Vol.20 No.1 Bogotá. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99572005000100009&script=arttext>.

BUCKLAND, H. & MURILLO, D. (2014). La Innovación Social en América Latina. Marco conceptual y agentes.. Instituto de Innovación Social de ESADE y Fondo Multilateral de Inversiones (Banco Interamericano de Desarrollo).

CARREÑO, C. (2013). Smart Cities: Revisión del estado del arte.

LI, C., GOSWAMI, Y. y STEFANAKOS, E. (2013). Solar assisted sea water desalination. En: Renewable and Sustainable Energy Review. P.p 136-163.

RETEZÁR, K. (2010). This Water Bottle Can Generate Water From The Air. Disponible en: <http://www.fusbp.com/wp-content/uploads/2010/09/This-Water-Bottle-Can-Generate-Water-From-The-Air.pdf>

TRANFIELD, D. & DENYER, D. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. Advanced Management Research Centre (AMRC), Cranfield School of Management, Cranfield University. British Journal of Management, Vol. 14. p207-222.

WARKA WATER. (2016). Diseño del sistema Warka Water. Disponible en: <http://www.warkawater.org/design>

YANG, Y., YANG, J., WU, W et al. (2015). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 1. chemical and physical characterization and isotopic tests. En: Environmental Science and Technology. Vol. 49. No, 20.p. 12080-12086.

2. Doctoranda en Historia- UIS. Magíster en Derechos Humanos – UIS. Trabajadora Social – UIS. Becaria del programa Joven Investigadora e Innovadora de COLCIENCIAS. Investigadora del Grupo de Investigación INNOTECH – UIS –. E-mail: [cattazambrano@gmail.com](mailto:cattazambrano@gmail.com)

3. Doctora en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Magíster en Evaluación de la Educación de Universidad Santo Tomas de Aquino. Profesora Titular de la Universidad Industrial de Santander de la Escuela de Trabajo Social. E-mail: [ruzarate@uis.edu.co](mailto:ruzarate@uis.edu.co)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 40 (Nº 27) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]