UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
PROGRAMA DE DESARROLLO ACADÉMICO DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (PRODIC)
MAESTRÍA EN INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Tesis para defender el título de la Maestría en Información y Comunicación

La teoría epidémica aplicada al concepto de sustentabilidad en las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial

Autor: Patricia Machín Faral

Director de Tesis: Prof. Elias Sanz Casado

Cotutor: Prof. Gladys Ceretta

Montevideo, febrero de 2018

Agradecimientos

Quisiera agradecer a mi tutor de tesis Profesor Elías Sanz Casado y a la cotutora Profesora Gladys Ceretta por su guía paciente y comentarios. Le estoy reconocida a la docente Natalia Aguirre por su ayuda y amabilidad, a todos los docentes de la Maestría en Información y Comunicación y a su ex-coordinador, Profesor Oscar Buschiazzo por su excelente disposición a solucionar cualquier inconveniente.

Por supuesto, por último pero no menos importante, agradezco a mi familia y amigos que han ayudado de miles de formas (con clases, con lecturas, con críticas y sugerencias) a lograr la culminación de este trabajo.

Epígrafe

Un comentarista de la televisión tuvo el acierto de dar con la metáfora justa cuando comparó la epidemia, o lo que fuese, con una flecha lanzada hacia arriba, y que, tras alcanzar el punto más alto en su ascenso, se detiene un momento, como suspendida en el aire, y empieza luego a describir la obligada curva de caída, que, si Dios quiere, y con esta invocación regresaba el comentarista a la trivialidad de las expresiones humanas y a la epidemia propiamente dicha, la gravedad tratará de acelerar hasta que desaparezca la terrible pesadilla que nos atormenta, media docena de palabras éstas que se repetían constantemente en los distintos medios de comunicación, que acababan siempre por formular el piadoso voto de que los infelices ciegos recuperen en breve la visión perdida, prometiéndoles, entretanto, la solidaridad de todo el cuerpo social organizado, tanto el oficial como el privado.

Ensayo sobre la ceguera, José Saramago

Tabla de contenido

Tabla de cuadros 5
Tabla de gráficos e ilustraciones 7
Resumen 8
Abstract 9
1 Introducción 10
2 Antecedentes y fundamentación del objeto de estudio 13
3 Marco teórico 20
3.1 Estudios bibliométricos 20
3.2 Teoría epidémica 23
3.2.1 Modelos matemáticos de la teoría epidémica 25
3.2.2 Ventajas y limitaciones de la teoría epidémica 26
3.2.3 Estructuras caóticas: ¿hacia una revisión de la teoría epidémica? 28
3.3 Concepto de epidemia y sus modelos matemáticos 28
3.4 Sustentabilidad: entre equívocos y ambigüedades 30
3.5 La sustentabilidad y el desarrollo sustentable o sostenible. ¿Iguales pero diferentes? 32
4 Objetivos 40
4.1 Objetivo general 40
4. 2 Objetivos específicos 40
5 Metodología 40
5.1 Selección de la fuente de datos 41
5.2 Delimitación del área y período de estudio 42
5.3 Tipos de documentos 42
5.4 Tratamiento de los datos 43
5.5 Análisis estadístico de los datos 44
5.6 Representaciones gráficas 45
5.7 Indicadores obtenidos en el estudio 45
6 Resultados y discusión 47
6.1 Análisis sobre la producción de artículos de sustentabilidad 47
6.2 Análisis de la producción de artículos de sustentabilidad por países 49
6.3 Análisis de la producción sobre sustentabilidad por países y por períodos 51
6.4 Producción sobre sustentabilidad por Instituciones 53
6.5 Análisis de la producción sobre sustentabilidad por idioma 68

6.6 Análisis de los artículos de sustentabilidad por tema 69
6.7 Análisis epidémico de la producción sobre sustentabilidad 70
6.8 Análisis de los autores más productivos en el tema sustentabilidad 79
7. Conclusiones 86
8 Bibliografía 88
9 Anexos 97

Tabla de cuadros

Cuadro	Título	Página
1	Comparación entre las enfermedades infecciosas y una epidemia intelectual	24
2	Corrientes ambientalistas	35-36
3	Cantidad de artículos por año	47-48
4	Cantidad de artículos por país	49-50
5	Cantidad de artículos por país y por período	52-53
6	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Estados Unidos	54
7	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en el Reino Unido	54-55
8	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Australia	55
9	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en China	56
10	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Canadá	56
11	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Alemania	57
12	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Países Bajos	57-58
13	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Italia	58
14	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en España	59
15	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Suecia	59-60
16	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Francia	60
17	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Brasil	61
18	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Suiza	61
19	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en India	62
20	Instituciones con mayores publicaciones sobre	62-63

	sustentabilidad en Japón	
21	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Turquía	63
22	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Sudáfrica	63-64
23	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Nueva Zelanda	64
24	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Austria	64-65
25	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Bélgica	65
26	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Portugal	66
27	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Grecia	66
28	Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Dinamarca	67
29	Idiomas de los artículos	68
30	Temas de los artículos	69-70
31	Artículos de sustentabilidad, autores y tasa de artículos/ autores	70-71
32	Ocurrencia de epidemia del término sustentabilidad	72-73
33	Autores susceptibles, infectados y removidos	75
34	Estimación de autores infectados	77
35	Errores absolutos y relativos de los valores estimados	79
36	Autores con mayor producción	80
37	Líneas de investigación de autores con mayor producción	81-85

Tabla de gráficos e ilustraciones

Gráfico	Título	Página
1	Cantidad de artículos por año	48
2	Representación geográfica de las publicaciones de sustentabilidad en el período 1987-2015	50
3	Idiomas de los artículos sobre sustentabilidad	68
4	Promedio de publicaciones por autor	71
5	Proceso epidémico del tema sustentabilidad	74
6	Número de autores susceptibles, infectados y removidos	76
7	Estimación del número de autores infectados	78

Resumen

El tema de sustentabilidad se ha difundido rápidamente en los últimos años en la literatura científica y en publicaciones de todo tipo. Es uno de esos conceptos que, por obvios, no se explicitan y se puede encontrar en justificaciones de todo tipo, desde el impulso de un proyecto o su rechazo, a campañas de marketing de un producto, a la viabilidad de empresas o a la explicación de su fracaso.

Se propone la teoría epidémica de William Goffman y Vaun A. Newill para explicar el patrón de propagación de ese concepto en el campo científico. Para ello, se toman los autores de artículos de publicaciones científicas de Ecología y Ordenamiento territorial indizadas en la plataforma de información *Web of Science*, desde el año 1987 hasta 2015 que contienen el concepto de sustentabilidad como tema. La teoría epidémica se inscribe dentro de los estudios bibliométricos, en el área de la Ciencia de la Información y utiliza modelos matemáticos para esquematizar la difusión de determinados temas o líneas de investigación. Surge como un intento de obtener bases cuantificables y objetivas para mejorar los sistemas de recuperación de información al brindar datos que permitan entender el desarrollo de una disciplina y así prever el tipo de documentos que sean más pertinentes a la comunidad científica.

Se pretende demostrar la pertinencia de la aplicación de la teoría epidémica para determinar la existencia de un patrón epidemiológico en el crecimiento de la cantidad de autores de literatura científica sobre el tema sustentabilidad a nivel internacional. Además, se presentan los indicadores bibliométricos básicos que caracterizan a los autores y sus artículos en un área de gran trascendencia e impacto.

Entre las principales conclusiones a las que se arriba se destaca la existencia de una epidemia del concepto de sustentabilidad en el área de la Ecología y el Ordenamiento territorial, la tendencia creciente del tema a nivel internacional y la pertinencia del modelo de Goffman como un indicador de suma importancia para determinar la existencia de una epidemia.

Palabras clave: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO, TEORÍA EPIDÉMICA, SUSTENTABILIDAD

Abstract

The subject of sustainability has spread rapidly in recent years in the scientific literature and in publications of all kinds. It is one of those concepts that, obviously, are not explicit and can be found in justifications of all kinds, from the promotion of a project or its rejection, to marketing campaigns for a product, to the viability of companies or to the explanation of his failure.

The epidemic theory of William Goffman and Vaun A. Newill is proposed to explain the propagation pattern of this concept in the scientific field. To this end, the authors of articles of scientific publications on Ecology and Land Planning indexed in the *Web of Science* platform of information, from 1987 to 2015, which contain the concept of sustainability as a theme, are taken.

The epidemic theory is part of the bibliometric studies, in the area of Information Science and uses mathematical models to outline the dissemination of certain topics or lines of research. It arises as an attempt to obtain quantifiable and objective bases to improve information retrieval systems by providing data that allows understanding the development of a discipline and thus provide the type of documents that are most pertinent to the scientific community.

The aim is to demonstrate the relevance of the application of the epidemic theory to determine the existence of an epidemiological pattern in the growth of the number of authors of scientific literature on the topic of sustainability at an international level. In addition, the basic bibliometric indicators that characterize the authors and their articles are presented in an area of great importance and impact.

Among the main conclusions that are highlighted is the existence of an epidemic of the concept of sustainability in the area of Ecology and Territorial Planning, the growing trend of the topic at the international level and the relevance of the Goffman model as an indicator of high importance to determine the existance of an epidemic.

Keywords: BIBLIOMETRIC ANALYSIS, EPIDEMIC THEORY, SUSTAINABILITY

1 Introducción

El uso del concepto de sustentabilidad ha crecido en los últimos años y su aplicación se ha extendido desde el campo de la Ecología, desde donde surgió, a otros vinculados a las Ciencias Sociales (Naredo, 2004). A la vez que se extendió el uso del término, la idea misma de sostenibilidad cobró importancia para la reflexión sobre la viabilidad a largo plazo de sistemas agrarios, industriales o urbanos y para que tuviera su espacio en la planificación y proyectos de diferentes tipos.

Para estudiar la frecuencia de la extensión del término sustentabilidad se toma la teoría epidémica de William Goffman y Vaun A. Newill (1964). Ambos autores plantean que se puede hacer una analogía entre la difusión de una idea científica por medio de sus publicaciones y el contagio de las enfermedades infecciosas.

Desde este marco conceptual hay una correspondencia entre la expansión de una idea que se publica en las revistas científicas y las enfermedades infecciosas. Ante tal analogía se pueden utilizar los métodos matemáticos aplicados en epidemiología a la producción científica y prever el comportamiento de los autores en un área específica.

Se busca cooperar con nuevo conocimiento en el área de la Bibliometría dada la existencia de un número reducido de investigaciones previas sobre la aplicación de la teoría epidémica en dichas disciplinas y que no existen estudios en Uruguay realizados desde ese enfoque.

También adquiere importancia por las disciplinas estudiadas y las áreas de estudio a considerar: la Ecología y el Ordenamiento territorial. Fueron elegidas por su convergencia teórica, en tanto en la nueva concepción de los procesos socio-ambientales se concibe al territorio como recurso y factor de desarrollo, ampliando la noción de soporte físico para las actividades y procesos económicos (Troitiño, 2006).

Además, el patrón de crecimiento epidémico del concepto de sustentabilidad en la literatura científica podría tomarse como un insumo cuantitativo para profundizar los motivos de ese crecimiento, así como los actores y factores implicados.

La pregunta que guía la tesis es si existe una propagación del término "sustentabilidad" en la literatura científica de las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial con características epidémicas. La hipótesis desde la cual se parte para realizar la investigación es que la difusión del concepto sustentabilidad puede medirse y adopta patrones epidémicos.

El objetivo general es identificar un patrón epidemiológico en la difusión del término "sustentabilidad" entre los campos de estudio de la Ecología y el Ordenamiento Territorial en la bibliografía científica.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Obtener un registro de la utilización del término "sustentabilidad" como tema, aparecido en publicaciones científicas de Ecología y de Ordenamiento territorial en la plataforma de información *Web of Science*.

- Especificar el ritmo de utilización del término "sustentabilidad" tomando las variables de frecuencia, autores y cobertura geográfica.
- Interpretar el conjunto de datos de acuerdo a la teoría epidémica utilizando una ecuación de análisis determinístico.

Las características de este estudio son: descriptivo y longitudinal. El rasgo de descriptivo implica que se busca describir situaciones, hechos o personas; midiéndolos y evaluándolos de acuerdo a las dimensiones o variables especificadas previamente. La longitudinalidad del estudio está dada porque los datos se recolectarán a través del tiempo, tomando en cuenta períodos de tiempo para inferir cambios que se hayan producido en la literatura estudiada.

Para alcanzar los objetivos antes enunciados, se aborda el análisis de los autores que escriben sobre sustentabilidad desde la perspectiva de la bibliometría, utilizando sus técnicas y herramientas. El análisis bibliométrico se caracteriza por tener la modalidad de estudio cuantitativo e inductivo, porque se busca llegar a explicaciones de carácter general.

Dentro de los estudios bibliométricos se encuentra la teoría epidémica propuesta por Goffman y Newill. Consideran la transmisión de ideas pasible de aplicación del modelo epidemiológico y analizable por medio de un sistema de ecuaciones diferenciales.

Los principales resultados obtenidos constatan el crecimiento constante del tema sustentabilidad en las publicaciones científicas durante el período 1987-2015, en las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial indizadas en la plataforma de información *Web of Science*. Ese crecimiento se documenta en: la cantidad de artículos, la cantidad de autores, número de países a los que pertenecen los autores, número de temas de los que tratan los artículos e inclusión de otros idiomas diferentes al inglés.

El crecimiento de los autores que escriben sobre sustentabilidad configura un proceso epidémico que se encuentra en una curva ascendente.

La teoría epidémica ha logrado predecir con un margen de error relativo de 1,7 la cantidad de autores que se van a incorporar como infecciosos a publicar sobre el tema de sustentabilidad en las áreas de la Ecología y el Ordenamiento territorial.

La estructura de la tesis contiene los siguientes puntos:

- los antecedentes y fundamentación del objeto de estudio,
- el marco teórico desde donde se enfoca el tema, se incluyen los estudios bibliométricos, la teoría epidémica, los modelos matemáticos de las epidemias, la sustentabilidad y el desarrollo sostenible,
- los objetivos que se persiguen con el análisis,
- la metodología a utilizar para estudiar el fenómeno,
- los resultados arribados y el análisis de los datos,
- las conclusiones generales.

2 Antecedentes y fundamentación del objeto de estudio

La dinámica de población es el área de la ciencia que trata de explicar de una manera mecánica las variaciones en el tiempo del tamaño y composición de poblaciones, ya sean humanas, animales, plantas o microorganismos (Bacaër, 2011). Se relaciona con el área de las estadísticas de población con la que tiene en común el uso extensivo del lenguaje matemático.

La dinámica poblacional resulta de la intersección de varios campos de estudio: matemáticas, ciencias sociales (demografía), biología (genética de poblaciones y ecología) y medicina (epidemiología).

En 1922 los científicos J. C. Willis y G. U. Yule publicaron un artículo en Nature que llevaba por título "*Some statistics of evolution and geographical distribution in plants and animals, and their significance"* donde exponían que en la biología actuaban las llamadas leyes potenciales. La aplicación de un proceso estocástico (con magnitudes aleatorias o no deterministas) definido por ecuaciones fue el procedimiento para determinar el nacimiento de esas leyes. Explicada por el matemático Nassim Taleb (2007) en términos simples: "supongamos que las especies se dividen en dos a un ritmo constante, con lo que van surgiendo nuevas especies; cuanto más rico en especies sea un género, más rico tenderá a ser".

Esas leyes potenciales las había observado anteriormente Vilfredo Pareto (1897), quien descubrió que se aplicaban a la distribución de los ingresos. La técnica de Pareto es una forma básica de la que se valió para explicar que a finales del siglo XIX en Italia el 80 % de la riqueza estaba concentrada en el 20 % de la sociedad.

La aplicación del proceso estocástico no se limitó a la teoría de la evolución sino que se convirtió en la piedra angular de muchos modelos en dinámica de poblaciones desde el nivel microscópico (para estudiar colonias de bacterias) hasta un nivel macroscópico (para modelar el inicio de una epidemia). Por su autor es llamado Proceso de Yule o proceso de nacimiento puro (*pure birth process*). Después de su retiro de la Universidad de Cambridge, Yule empezó a interesarse en la distribución estadística de los lenguajes en la literatura para la identificación de autores. Aplicando

este método publicó un libro llamado "*The Statistical Study of Literary Vocabulary*" en 1944. Durante la misma década, un lingüista de Harvard, George Zipf, analizó las propiedades del lenguaje y se encontró con una regularidad empírica que hoy se denomina ley de Zipf (Spinak, 1996) la cual es otra forma de pensar el proceso de distribución estadística. Esta distribución tiene su origen en la necesidad humana de realizar el menor esfuerzo y postula que la distribución de palabras responde a esa necesidad de comunicación eficiente al menor costo posible. En otras palabras, cuanto más se usa una palabra, menos difícil resulta usarla de nuevo, por eso se utilizan casi siempre un núcleo reducido de las mismas.

Tradicionalmente, los modelos utilizados en epidemiología se han focalizado en la dinámica de los "rasgos" transmitidos entre individuos, comunidades o regiones durante un determinado tiempo (Bettencourt, 2008).

Entre esos "rasgos" se incluyen: enfermedades infecciosas como el VIH/SIDA (Huang et al, 1992), innovaciones (Rogers, 1962), características como la obesidad o el hábito de fumar (Christakis y Fowler, 2007 y 2008), la alegría (Fowler y Christakis, 2008), difusión de información mediante rumores (Rapoport, 1953), mensajes por correo electrónico o blogs (Gruhl et al, 2004).

La contribución pionera a la modelización de los procesos sociales de contagio, basada en modelos epidemiológicos es la de Anatol Rapoport y data del año 1953. En un experimento realizado por el Laboratorio de Opinión Pública de Washington se repartieron 33 mensajes a 184 niños en edad escolar y se estudió la difusión de esos mensajes que se extendieron a un total de 6.072 niños. La categorización que hace Rapoport de los actores del experimento son los de "*knowers*" y "*non-knowers*" (los que saben del mensaje y los que no) y excluye explícitamente las consideraciones psicológicas de la difusión de los mensajes. Por ejemplo, la explicación psicológica de que en el estado inicial se produce un entusiasmo mayor de aquellos que recibieron la información de forma directa a los que la obtuvieron de "segunda mano" o de que en los momentos finales de la difusión son mayoría los que conocen el mensaje de los que no y eso hace que tienda a descender la difusión.

Una década más tarde esos modelos epidemiológicos fueron aplicados a la difusión de ideas científicas. De acuerdo a la teoría epidémica de Goffman y Newill (1964), las ideas y los conceptos se difunden epidémicamente contagiando las producciones científicas.

Si se entiende la comunicación dentro de la comunidad científica como una actividad social y constitutiva de su esencia (Garvey, 1979), es ineludible preguntarse el rol que juegan los discursos o las ideas en su práctica cotidiana.

Dentro de este marco referencial es posible estudiar el contagio desde el punto de vista cuantitativo, como un indicador de que se está produciendo una influencia. El análisis de la transmisión de ideas como proceso epidémico fue pensado para el diseño y uso de sistemas de recuperación de información en la medida que se puede predecir dónde y cuándo una idea toma proporciones epidémicas, la duración y la intensidad de la epidemia o los artículos clásicos de una disciplina que configuran el material infeccioso inicial. El dinamismo de los sistemas de recuperación de información, reflejo de la interacción de los investigadores y la literatura, se puede beneficiar del método del enfoque epidémico para describir y predecir aspectos fundamentales de esa interacción.

William Goffman y Vaun A. Newill presentaron el modelo epidémico a la transmisión de ideas y su sistema de ecuaciones en dos artículos de la revista Nature (1964; 1965). Posteriormente, Goffman lo aplica a la difusión del conocimiento de las células madre en el artículo "*Mathematical approach to the spread of scientific ideas: the history of mast cell research"* (1966) y las líneas de investigación dentro de esa disciplina.

En 1971 aplicó el modelo epidémico para analizar el desarrollo de la lógica simbólica y sus áreas de estudio desde 1847 a 1962 en el artículo "*A Mathematical Model for Analyzing the Growth of a Scientific Discipline"*.

En ambos artículos demuestra cómo este modelo matemático puede ser usado para establecer la importancia de determinados temas científicos, predecir su comportamiento futuro, así como predecir nuevas líneas de investigación. Si bien a partir de sus hallazgos puede demostrar en forma suficiente el valor predictivo del

modelo, no excluye otras maneras de investigar la población total de autores como por la disciplina o su localización geográfica.

La preocupación más importante de William Goffman y Vaun A. Newill fue la evaluación de los sistemas de recuperación de información y cómo mejorarlos. Con ese objetivo presentan la teoría epidémica, pero su contribución al análisis de los sistemas de información no se agota ahí. En 1966 publican *"A methodology for test and evaluation of information retrieval systems"* donde proponen elementos cuantitativos de evaluación de los sistemas de recuperación de información, con el objetivo de mejorar el manejo y procesamiento de información frente al rápido crecimiento documental. Los sistemas de recuperación de información son divididos en sus componentes para aplicarles medidas de evaluación cuantitativas: adquisiciones, fuente documental, lenguaje de indización, organización de los archivos, estrategia de búsqueda, formato de salida.

Otros autores han aplicado el modelo epidémico a diferentes ideas como una aproximación a la explicación de su difusión en la literatura y con diferentes objetivos a alcanzar con sus resultados.

Ejemplos de su aplicación en el tiempo han sido:

- Paulo da Terra Caldeira (1975) aplicando la teoría a la literatura brasileña sobre la enfermedad de Chagas, una enfermedad con alta prevalencia y mortalidad en Brasil, con el objetivo de explicar la evolución de las investigaciones en la erradicación de ese mal así como las instituciones nacionales e internacionales que trabajan para ello,
- Bennion y Neuton (1976) estudiando el "agua anómala" o "polywater", descubierta en 1961 por el científico ruso Fedyakin y cuyas propiedades (menor temperatura de congelación y mayor temperatura para su ebullición) la hacían diferente al agua común y originó un importante número de investigaciones al respecto (Diamond, 1988),
- Oliveira (1984) analizando el comportamiento de la literatura brasileña de teología adventista, a partir de la preocupación en el medio teológico adventista por la inclusión de material extranjero en las publicaciones

brasileñas especializadas en esa temática y verificar si había una participación efectiva en su desarrollo,

- Khelil (2002) quien estudia la difusión de la información en las redes de dispositivos móviles o malla de nodos móviles (*mobile ad hoc network* o MANET) con el fin de determinar la mejor estrategia en la densidad de los nodos de equipos móviles con transmisión de onda corta,
- Bettencourt et al (2008) con el estudio de la difusión de los diagramas de Feynman en las comunidades de físicos teóricos de Estados Unidos, Japón y la URSS, en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial, con el fin de determinar cómo los diagramas de Feynman pasan de ser una herramienta computacional de la física teórica, a un uso extensivo en otras áreas, como la física atómica y la teoría de la materia condensada,
- Urbizagástegui Alvarado (2008) en el campo de la Ciencia de la Información aplica la teoría epidémica a la literatura sobre la Ley de Lotka, para verificar la existencia de una epidemia de los autores de artículos científicos sobre la productividad de los autores o ley de Lotka,
- Yan y Gerstein (2011) en un estudio de Altmetría lo utilizan para determinar la difusión de la información científica, mediante el uso y el archivo de páginas web pertenecientes a PloS (Public Library of Science) y sus 6 revistas temáticas: PloS Biology, PloS Computational biology, PloS Genetics, PloS Medicine, PloS One y Pathogens.

La teoría epidémica es uno de los modelos matemáticos que tratan de explicar y predecir cómo se producirá la difusión de las ideas, pero no es el único. Desde el campo de la psicología cognitiva y antropología, Dan Sperber (2005) propone que hay unas "cuencas de atracción" que nos dirigen hacia determinadas creencias. Algunas ideas acabarán siendo contagiosas, pero no otras; algunas formas de supersticiones se extenderán, pero otras no; algunos tipos de creencias religiosas dominarán, pero otras no. Las categorías mentales contagiosas serán aquellas que por motivos psicológicos y ecológicos son las que las personas estén preparadas para creer. El autor sostiene que la cultura está constituida, en un primer y principal lugar, por ideas contagiosas (representaciones que se mantienen a lo largo del tiempo). Por eso, explicar la cultura es explicar por qué y cómo hay ideas que son contagiosas.

Los sociólogos han ofrecido varias fuentes de contagio social, descriptas con diferentes mecanismos causales de influencia social (Van den Bulte y Lilien, 2001): transferencia de información, presión de las normas, tendencia a la competencia, aumento de la eficacia por estar en las redes.

Dentro de la sociología, Menzel (1955) aplicó modelos matemáticos para estudiar la propagación de las ideas dentro de la comunidad médica. Su enfoque de la teoría del contagio estaba dirigida a examinar a un conjunto de médicos e investigadores del área biomédica, con el propósito de descubrir las fuentes de influencia para la adopción de una innovación o cómo ingresaba un nuevo medicamento a conocerse en la comunidad médica. Menzel utilizó preguntas sociométricas para medir la importancia de las influencias interpersonales en la aceptación de la innovación, determinando que las influencias más fuertes provenían de los canales comerciales y la legitimización dada por los colegas.

Por otra parte, Everett M. Rogers (1962), a partir del estudio de agricultores en Iowa y de la adopción de innovaciones para la agricultura encontró que la difusión tendía a seguir una curva S, una distribución normal o "campana de Gauss". Después de esa investigación se centró en otros campos: educativo, médico, comercial, donde encontró las mismas regularidades. Como resultado de esas investigaciones, Rogers describió un mecanismo de difusión de las ideas y de adopción de innovaciones. El mecanismo tiene 5 pasos:

1- conocimiento, donde la persona conoce la innovación o tiene idea de cómo funciona,

2- persuasión, donde toma una actitud favorable o desfavorable acerca de la idea,

3- decisión, donde la persona toma la decisión de adoptar o rechazar la idea o innovación,

4- implementación, la persona utiliza la innovación,

5- confirmación, la persona evalúa los resultados de la decisión de adoptar la innovación que hizo.

Rogers encontró que la innovación se distribuye en los distintos campos de forma similar, con cerca de un 10 a un 25 % de personas que adoptan rápidamente ideas, procesos u objetos, y eso le permitió la creación de categorías de acuerdo a esta conducta: innovadores, adoptantes tempranos, la mayoría temprana, la mayoría atrasada y los rezagados. Uno de los conclusiones más importantes de la teoría de la difusión es que para la mayoría de los miembros de un sistema la decisión de adoptar un nuevo producto, idea o proceso depende de la decisión de otros miembros, que serían los llamados "punto clave" o líderes de opinión. Los hallazgos de Rogers impactaron en la formación de campañas de promoción de salud, de prevención de enfermedades, de marketing de productos, donde se incluía la participación de los líderes de opinión de una comunidad para la comunicación de los mensajes.

La similitud de los 3 modelos es que toman en cuenta la influencia de lo social en la adopción de ideas o prácticas y buscan explicarlo por medio de regularidades matemáticas o métodos cuantitativos.

Una de las diferencias entre el modelo epidémico y la teoría del contagio o la teoría de la difusión de innovaciones está centrada en que, en el enfoque epidémico existe una categoría denominada como "removidos", que son las personas que por alguna razón no pueden convertirse en infecciosos o que estuvieron infectados pero ya no lo están. En los modelos del contagio y de la difusión de innovaciones no se considera a la población de removidos y tratan a toda la población como susceptible.

Otra diferencia es que los autores infecciosos en la teoría epidémica tienen la misma importancia, no se toma en cuenta quién puede ser más proclive a infectar a otros con una idea a partir de su estatus o posición dentro de una determinada comunidad (lo que en la teoría de difusión de Rogers llama "líderes de opinión" (Rogers, 1962).

3 Marco teórico

3.1 Estudios bibliométricos

Actualmente, la Bibliometría como disciplina ha consolidado su papel central en la Ciencia de la Información. Desde su actividad y producción genera una fuerte corriente de investigación y cuenta con canales de difusión acreditados y consolidados en el tiempo (por ejemplo las revistas Scientometrics, International Journal of Scientometrics and Informetrics, International Society for Scientometrics & Informetrics, Proceedings, Cybermetrics).

Su aplicación se ha extendido a una gran variedad de campos, como la historia de las ciencias, las ciencias sociales, la política científica y la industria de la información (Macías-Chapula, 1998).

A pesar del reconocimiento en distintas áreas, su definición está sometida a revisiones y a continuos procesos de reelaboración. Las distintas definiciones de Bibliometría hacen énfasis en el método y en la finalidad de esos estudios.

Pritchard (1969) definió por primera vez la Bibliometría como la ciencia que estudia la naturaleza y curso de una disciplina por medio de la cuantificación y análisis de las distintas facetas de la comunicación escrita.

Para Ernesto Spinak (1996) la Bibliometría "estudia la organización de los sectores científicos y tecnológicos a partir de las fuentes bibliográficas y patentes, para identificar a los actores, a sus relaciones y tendencias". Esta definición tiene en cuenta la importancia de los autores y a la dinámica que caracteriza a la comunidad científica.

Sanz Casado (2000) la define como "la disciplina que trata de medir la actividad científica y social y predecir su tendencia, a través del estudio y análisis de la literatura recogida en cualquier tipo de soporte".

Esta área de estudio, dentro de la Ciencia de la Información y Bibliotecología, considera al artículo científico como un indicador de producción de la investigación científica y establece una equivalencia entre la noción de ciencia como conocimiento

y el escrito científico que representa su forma objetiva. Esto significa que se va a centrar en el cálculo y en el análisis de los valores de lo que es cuantificable en la producción y en el consumo de la información científica.

La bibliometría utiliza un conjunto de indicadores que permiten expresar cuantitativamente las características bibliográficas del conjunto de documentos estudiado, una combinación de ellas y las relaciones entre tales características.

Los indicadores bibliométricos son datos estadísticos obtenidos de las distintas publicaciones científicas. Proporcionan información cuantitativa y objetiva sobre los resultados del proceso de investigación, su volumen, evolución, estructura y visibilidad. Su mayor utilidad estriba cuando se aplica a comunidades con gran volumen de publicaciones, no así cuando se trata de producciones individuales o muy pequeñas.

Los asuntos que tradicionalmente se han considerado constitutivos de la bibliometría de acuerdo a Jiménez- Contreras (2000) han sido:

- selección y evaluación documental (apoyo a la gestión bibliotecaria),
- descripción, análisis y evaluación de la actividad científica y sus actores principales (apoyo a la política científica),
- apoyo a la recuperación de Información,
- prospectiva científica,
- modelización de la actividad documental

Los indicadores bibliométricos más habituales son los conteos de publicaciones durante un determinado período que relevan información sobre los tipos de documentos, los idiomas, las revistas de publicación elegidas, así como sobre disciplinas en las que se trabaja, tendencias, especialización y el número de autores, instituciones o países participantes en los documentos (Filippo, 2002).

A partir del estudio estadístico de comportamientos regulares a lo largo del tiempo en los distintos elementos relacionados con la producción y el consumo de la información científica, se elaboran explicaciones globales formuladas en leyes bibliométricas. Esas leyes llevan el nombre de quienes las definieron, y muchas de ellas son variantes

algebraicas o expresiones distintas de un mismo fenómeno visto desde diferentes ángulos.

Entre las leyes más conocidas de la bibliometría e informetría están:

- Lotka (1926) estudiando la distribución de los autores que hacen aportes científicos,
- Bradford (1934) con el estudio de la distribución de artículos en un tema determinado en revistas científicas,
- Zifp (1949) que analiza las distribuciones de frecuencias palabras en una lista ordenada de fuentes,
- Price (1963) exponiendo una regla para calcular cuántos son los autores más productivos en una disciplina,
- Booth (1967) con la descripción matemática de las palabras con menor frecuencia en un texto.

Además de la bibliometría, hay otros estudios de especialidades métricas que se diferencian por los diferentes objetivos que se persiguen y el tipo de documento analizado: la cienciometría estudia "la estructura y propiedades de la información científica y las leyes del proceso de comunicación" (Mikhailov, 1984), la altmetría analiza "la creación y estudio de indicadores basados en la web 2.0 para el análisis de la actividad académica" (Priem y Hemminger, 2010), y la patentometría tiene como objetivo el análisis de patentes.

Los avances tecnológicos y la explosión de información han impactado directamente en los estudios bibliométricos, porque hay más información (en formato papel o digital) y más bases de datos. También esos mismos avances tecnológicos son los que permiten un mejor procesamiento de los datos.

Si bien los estudios bibliométricos se distinguen por el análisis cuantitativo de los datos, en los últimos años han surgido ejemplos de aplicación de métodos cuantitativos y cualitativos combinados aplicados al área (Kelly, 2016; Marzi, et al 2017). La combinación de métodos ofrece la posibilidad de la complementariedad, en

tanto mejora, aclara e ilustra los resultados de los indicadores bibliográficos apoyados con los resultados de las entrevistas, la expansión, porque se pretende ampliar el alcance, comprensión y la riqueza de la investigación, la triangulación o convergencia y corroboración de los resultados a partir de distintos métodos, donde se buscará la confirmación entre los distintos tipos de datos (Pardo, 2011).

3.2 Teoría epidémica

El primer intento de aplicar los modelos matemáticos utilizados en el área de la epidemiología al campo de las ideas fue el de los autores Goffman y Newill (1964) en el artículo titulado "*Generalization of epidemic theory: an application to the transmission of ideas*". En este artículo plantean que es posible estudiar el contagio desde el punto de vista cuantitativo, como un indicador de que se está produciendo una influencia. El análisis de la transmisión de ideas como proceso epidémico fue pensado para el diseño y uso de sistemas de recuperación de información en la medida que se puede predecir dónde y cuándo una idea toma proporciones epidémicas, la duración y la intensidad de la epidemia o los artículos clásicos de una disciplina que configuran el material infeccioso inicial. El dinamismo de los sistemas de recuperación de información, reflejo de la interacción de los investigadores y la literatura, se puede beneficiar del método del enfoque epidémico para describir y predecir aspectos fundamentales de esa interacción.

La descripción y la predicción del proceso de transmisión de ideas por medio de un modelo matemático no reemplazan a un análisis completo del proceso. Goffman y Newill aclaran en la presentación de su estudio que una comprensión global requiere estudios complementarios a los matemáticos. Así como, para el caso de una enfermedad infecciosa se requieren investigaciones biológicas, ecológicas y clínicas, en la transmisión de ideas, el análisis se enriquece de forma importante con estudios psicológicos, sociológicos y lingüísticos. El modelo epidémico no puede en sí mismo explicar por qué un artículo determinado puede infectar a los lectores con una idea, puesto que no maneja todas las variables que inciden en el proceso, pero sí puede indicar la existencia de la influencia.

Esta analogía no se restringe solamente al campo de las ideas científicas, por ejemplo, en el campo religioso este modelo se puede aplicar a la difusión de los mensajes de líderes espirituales.

Si se caracteriza la transmisión de ideas como un proceso epidémico, se ve una transición entre un estado (llamado susceptible) a otro, el infectado, donde ese cambio fue causado por la exposición a algún fenómeno o material infeccioso. Un fenómeno infeccioso en la transmisión de ideas puede ser una conferencia, un congreso o la lectura de un trabajo que contenga una idea a difundir. El estado susceptible implica que algunas personas son proclives a adoptar fácilmente algunas ideas y resistirse a otras.

Una población de autores puede adoptar uno de los tres estados:

1- Infectados, son aquellos autores que poseen material infeccioso, es decir, que publican trabajos sobre un tema,

2- Susceptibles, son los autores que pueden infectarse por el contacto con un material infeccioso,

3- Removidos, son los autores que no forman parte de la población a estudiar porque ya no tienen interés en una idea o murieron.

En el cuadro 1 se ejemplifica la comparación entre los diferentes estados presentes en una enfermedad infecciosa, así como los que puede adoptar una persona en una epidemia intelectual.

Cuadro 1. Comparación entre las enfermedades infecciosas y una epidemia intelectual

	Agente	**Infectado**	**Susceptible**	**Removido**
Enfermedad infecciosa	Material infeccioso	Persona enferma	Persona que será infectada por medio de un contacto	Persona que adquiere inmunidad o que muere
Epidemia intelectual	Idea	Autor de un artículo	Lector de un artículo	Persona que pierde el interés en un tema o que muere

El proceso epidémico puede presentar dos estados en un período determinado:

a) estable, cuando la tasa de variación del número de infectados en relación al tiempo es igual a la tasa de variación del número de removidos con relación al mismo tiempo.

$\Delta I / \Delta t = \Delta R / \Delta t$

b) inestable, cuando la tasa de variación del número de infectados en relación al tiempo es diferente de la tasa de variación del número de removidos con relación al mismo tiempo.

$\Delta I / \Delta t \neq \Delta R / \Delta t$

Cuando esta diferencia es positiva se determina que el proceso está en estado epidémico, si es negativa el proceso está en estado decreciente.

3.2.1 Modelos matemáticos de la teoría epidémica

Goffman y Newill consideraron dos modelos matemáticos (1964) para desarrollar la teoría de transmisión de ideas: el modelo determinístico y el estocástico. El modelo determinístico es el que representa el proceso por medio de un sistema de ecuaciones diferenciales. Si se quiere conocer la transmisión de ideas dentro de un conjunto de autores el proceso más común es a través de los trabajos que realizaron, que podrá ser constante o no en relación al tiempo.

Las características que tiene este modelo son, en primer lugar, que no es imprescindible la representación de los autores removidos. Es el modelo más simple y representaría aquellas epidemias en las cuales la infección es transmitida en forma directa de una persona a otra. Fue éste el esquema utilizado por el sociólogo Menzel (1955) para determinar las influencias en la adopción de innovaciones en el área biomédica.

En segundo lugar, parte del supuesto que la población total permanece constante en relación a la variable tiempo. Esta población está compuesta por: susceptibles (S), infectados (I) y removidos (R). De este modo N (el universo de investigadores) es el

resultado de la suma: S+I+R, y el material infeccioso es comunicado por medio de una publicación (libro, artículo).

La representación estocástica es más adecuada para grupos pequeños. En general, el proceso estocástico es representado por un grupo de variables (xt) donde "t" es parte de una serie mayor "T". El tipo más importante del proceso estocástico es el proceso Markov. Ese sistema posee la llamada propiedad Markov, o sea, un comportamiento determinado por: una serie de estados posibles, su distribución probabilística inicial y las probabilidades condicionales de transiciones de un estado a otro (Baumann y Sandmann, 2016).

Goffman utilizó este proceso para estudiar el crecimiento epidémico de la literatura sobre lógica simbólica, subdividió el tema en 7 áreas distintas, a través de la cadena de Markov y estudió las transiciones de los autores de un área para otra.

3.2.2 Ventajas y limitaciones de la teoría epidémica

Una de las ventajas de la teoría epidémica la brinda el autor Worthen (1973), quien afirma que la aplicación del modelo epidémico al estudio de la literatura en un campo específico permite descubrir si está en una fase de crecimiento, declive o estabilidad, y que se derivan otras observaciones como el cambio de énfasis en la investigación o la introducción de una idea nueva en el dicha área. Esto se ve confirmado por el análisis de Goffman (1971) aplicado al estudio de la lógica simbólica al observar que, en la comparación de los autores infectados y removidos, se constata que ocurre una epidemia cada 25 años y se registra el descubrimiento de una idea cada 12,5 años.

Goffman y Newill (1964) plantean que la aplicación de su método al estudio del crecimiento científico sirve para responder varias preguntas que son fundamentales para la implantación y manejo de un sistema de recuperación de información. Las preguntas que pueden ser respondidas son las siguientes:

1- ¿Cuál es el momento más oportuno para introducir un sistema de recuperación de información en una comunidad de científicos?

2- ¿Dónde y cuándo estará una disciplina científica desarrollándose en proporciones epidémicas?

3- ¿Cuál es la duración estimada de esta actividad epidémica?

4- ¿Cuál es la intensidad de esta epidemia?

5- ¿Cuáles son los trabajos principales de una disciplina que están diseminando una idea?

En un centro de Información o Biblioteca las respuestas a estas preguntas tienen que ver con la planificación de la colección al poder predecir la emergencia de una actividad en un área, su duración, su tamaño, la importancia relativa y la intensidad de ese asunto. Podrán indicar, además de bases cuantitativas para una política de adquisición, una guía para el establecimiento de prioridades de servicios y prever cambios en la producción de literatura, en su publicación y uso.

Hay algunas limitaciones de la teoría epidémica que deberían ser objeto de mayores estudios (Oliveira, 1984). Una se refiere al tipo de documento incluido en los estudios epidémicos en el que no se considera la comunicación informal y se toma la lectura como agente transmisor de una infección o una idea. Si se toma en cuenta que hay múltiples formas de adquirir una idea, además de la lectura, la teoría epidémica no puede explicar por qué medios fue realmente infectado un individuo.

Otra debilidad de esta teoría es el período de tiempo a considerar en los estudios de las disciplinas. La falta de límites en el período, así como en el número de publicaciones o de autores son factores que pueden afectar los resultados finales.

Uno de los aspectos que plantean un desafío tiene que ver, no solo con la teoría epidémica, sino en general con los estudios cuantitativos o bibliométricos. La utilización de los métodos cuantitativos para medir el volumen de la producción científica no permite evaluar directamente la calidad de esta producción ni sus efectos en la sociedad. Sin embargo, la cantidad está en la base de la comprensión de la calidad, detrás de todo cambio hay una ley cuantitativa. El autor que desarrolló la llamada ley del cambio de la cantidad en la calidad fue Engels (1961): “Podemos

expresar esta ley diciendo que, en la naturaleza y de un modo claramente establecido para cada caso singular, los cambios cualitativos sólo pueden producirse mediante la adición o sustracción cuantitativa o de movimiento".

3.2.3 Estructuras caóticas: ¿hacia una revisión de la teoría epidémica?

De acuerdo a Tabah (1992) una de las áreas científicas que ha tenido un gran progreso es la de las dinámicas no lineales, también conocida como "caos determinístico", que describe el comportamiento complejo que surge de causas simples que no debe ser confundido con el caos como sinónimo de desorden. Todo proceso en que hay movimiento y variación puede considerarse como un sistema dinámico (Ritter, 2012).

Fue descrito en modelos de fenómenos climáticos, reacciones químicas e incluso sistemas ecológicos. A partir de la aplicación de los mecanismos dinámicos no lineales en la dinámica ecológica Tabah (1990) se pregunta si es posible establecer un paralelismo con el crecimiento de la literatura. Plantea que el modelo epidémico de Goffman puede verse como una descripción de un proceso en equilibrio, estático, y no como un modelo dinámico y creciente, como es el mundo de la literatura científica. Propone entonces, tomar de la teoría de las dinámicas no lineales, explicaciones de las causas y los mecanismos del crecimiento de la información. En el campo de la ciencia de la información sugiere:

- tomar grupos de artículos en varios temas durante un período de tiempo y someterlos a análisis de series temporales, y así tratar de determinar si exhiben características de dinámicas no lineales,
- testear la ecuación de Goffman para determinar si exhibe características caóticas bajo ciertos parámetros.

3.3 Concepto de epidemia y sus modelos matemáticos

Según la OPS (2001) una epidemia se define como la "manifestación, en una comunidad o región, de casos de una enfermedad (o un brote) con una frecuencia que exceda netamente de la incidencia normal prevista".

Esto significa que la epidemicidad no se define por un número absoluto de casos en cualquier lugar, momento o población. La aparición de un solo caso de una enfermedad transmisible que invade por primera vez una región o que no se constataba por un tiempo prolongado es suficiente para iniciar una investigación epidemiológica.

La cantidad de casos nuevos respecto a los registros históricos que se dan en una zona o en un tiempo específico es lo que define a las diferentes manifestaciones que se pueden dar de una enfermedad. Así, una endemia refiere a la "presencia continua de una enfermedad o un agente infeccioso en una zona geográfica determinada" (Idrovo, 2000). Asimismo, también puede denotar la prevalencia usual de una enfermedad particular en dicha zona. Otro término relacionado es el de pandemia, que se utiliza para describir una epidemia de grandes proporciones que se extiende a varios países y más de un continente.

Una forma de entender la propagación de las infecciones es a través de la modelación matemática de las epidemias. Daniel Bernoulli, en 1760, fue uno de los primeros en desarrollar un modelo matemático con el que evaluó el efecto de vacunar a la población contra la viruela (Bacaër, 2011).

En 1927 Kermack y McKendric publican el artículo titulado "*A contribution to the mathematical theory of epidemics"*, en el que introducen un modelo matemático para las epidemias que tomaba en cuenta los aspectos de infección y remoción. En el caso del modelo de Kermack y McKendric los mecanismos involucrados que buscan representar se dividen en tres clases: el número de individuos susceptibles S(t), es decir, aquellos que pueden contagiarse; los infecciosos I(t), o los que al estar enfermos pueden contagiar la enfermedad; los removidos R(t), aquellos que después de enfermarse y aliviarse quedan en un estado de inmunidad, o bien están aislados en algún sitio (como en un hospital), o fallecieron. El escenario que se le presenta a un individuo puede ser descrito por el modelo SIR estándar: S-I-R.

El modelo SIR es el modelo más simple de estudio de epidemias y fue criticado por sus limitaciones (Reddingius, 1970) referidas a la aplicación a una población total constante, sin considerar los nacimientos y la movilidad humana, o no tomar en cuenta

en los cálculos las distintas probabilidades de infección y la posibilidad de mutación del virus durante su fase epidémica, lo que podría alterar la tasa de contagios y se traduciría en un desajuste de los datos reales y las curvas predichas por el modelo. Los últimos avances en modelación han permitido mejorar muchas de esas limitaciones y es aplicado en la actualidad a estudios de epidemias y pandemias (Vázquez Argote et al, 2007).

Durante muchos años, la teoría de las epidemias únicamente sirvió para entender el comportamiento de las enfermedades infecciosas, solo en la segunda mitad del siglo XX esta definición se fue ampliando a cualquier tipo de evento en salud (enfermedad, incapacidad, muerte, hábitos).

3.4 Sustentabilidad: entre equívocos y ambigüedades

El origen del concepto sustentabilidad tiene una larga historia que se remonta a un libro editado en 1713 llamado *"Sylvicultura oeconomica: instrucciones para el cultivo natural de árboles"*, del autor Hans Carl von Carlowitz (Schmithusen, 2013) inspector jefe de minas de Sajonia. La relevancia histórica de este documento, es que Carlowitz fue el primero en asociar la palabra *sustainability* a la idea del cuidado y la previsión, y así hacer comprensible la idea de responsabilidad en el manejo presente para las futuras generaciones. El precursor del vocablo sostenible en el idioma alemán de la época es *pfleglich* (cuidadoso) y Carlowitz estableció la regla máxima: se debe administrar cuidadosamente la madera. El consumo de madera debe hacerse en el marco de lo que ese espacio físico es capaz de crear y soportar, de forma que el uso posterior pueda tener las siguientes características: permanente, continuado y perpetuo.

Brown et al (1987) en su artículo *"Global sustainability: toward definition"*, presentan los elementos esenciales para definir la sustentabilidad:

- el apoyo continuado de la vida humana en la tierra,
- la conservación a largo plazo de los recursos biológicos y la productividad de los sistemas agrícolas,
- una población humana estable,

- economías con crecimiento limitado,
- calidad del ambiente y los ecosistemas.

En un estudio sobre las definiciones de sustentabilidad Wassem y Kota (2017) describen los contextos identificados en el análisis de esas definiciones. Las variables fueron: si las definiciones eran claras o ambiguas, si la sustentabilidad era posible de ser evaluada por medio de mediciones o cálculos, si se aplicaba local o globalmente y si las comparaciones se realizaban a nivel espacial (entre varias regiones) o temporal (un mismo lugar en distintos períodos). Sus conclusiones indican que la mayoría de las definiciones no son mensurables, son ambiguas y globales. Se inscriben además en el equilibrio entre sociedad, recursos naturales y economía, o más conocida como categoría de los tres pilares.

El concepto de los tres pilares o *triple bottom line* (TBL) fue un concepto creado por John Elkington (1998) en el entorno empresarial, para identificar una serie de valores, inversiones y procesos que la empresa debe realizar para minimizar los impactos de su actividad y para crear valor económico, social y medioambiental. Se refiere a la base de medida que deben utilizar las empresas con el objetivo de proporcionar información de sus actuaciones económicas, sociales y medioambientales, con parámetros previamente definidos. La debilidad del modelo se relaciona a cómo puede obtenerse un balance cuando hay diferentes tipos de sociedades, capital natural y economías.

El enfoque de los estudios sobre sustentabilidad se centra, mayoritariamente, en los problemas ambientales de forma global (Latchinian, 2010), y la discusión de la escala a ser aplicada (local o global) determina el tipo de problemas percibidos, así como sus soluciones.

La lista de problemas ambientales globales va variando de acuerdo a la agenda de los organismos internacionales, a datos científicos, y a la intensidad y urgencia de los mensajes de los medios de comunicación. En esta categoría o dominio se pueden considerar perturbaciones ambientales como la degradación de la capa de ozono, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la lluvia ácida, la deforestación.

Para Meira Cartea (2013) los problemas ambientales con carácter global comparten una serie de características:

- son problemas complejos desde el punto de vista científico, muchas veces con datos insuficientes, su origen es multicausal y en su desarrollo se producen interacciones difíciles de evaluar y predecir,
- para los ciudadanos son problemas muy abstractos, que resulta imposible de acceder por medio de la experiencia, y de los que no se puede obtener evidencias directas,
- las posibles secuelas para el medio ambiente y para la salud humana están diferidas en el tiempo, y eso acentúa la dificultad para comprenderlos y para tener respuestas pragmáticas a corto plazo,
- los problemas ambientales de carácter global forman parte del proceso de globalización en dos sentidos: son una consecuencia de la generalización de un modelo de producción y consumo, y las soluciones han de contener un mínimo de consenso internacional.

3.5 La sustentabilidad y el desarrollo sustentable o sostenible. ¿Iguales pero diferentes?

Antes de plantear la relación entre los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sostenible, es necesaria una explicación acerca de los adjetivos sostenible y sustentable. Cuando se propuso por primera vez el término desarrollo sustentable fue en el idioma original del Informe Brundtland (Naciones Unidas, 1987), en inglés. Al traducirlo al español surgieron discusiones acerca de cuál era el adjetivo más adecuado si sostenible o sustentable. El Diccionario de la Real Academia Española (2006) define sostenible como "el proceso que puede mantenerse por sí mismo", y sustentable, al derivarse de sustentar como "proveer a alguien del alimento necesario y conservar algo en su ser o estado". Si bien se pueden utilizar ambos términos como sinónimos, y de hecho se lo hace, el que mejor da cuenta del proceso de cuidado de los recursos presentes para su uso en el futuro es el adjetivo sostenible.

En cuanto a la diferenciación entre los términos sustentabilidad y desarrollo sostenible, el primero es un concepto más amplio. El primero refiere a "la condición o estado que permitiría la continuación indefinida de la existencia de la especie humana en la Tierra, mediante una vida sana, segura, productiva y en armonía con la naturaleza" (López, 2006). El segundo tiene que ver con el crecimiento que procura mantener un equilibrio dinámico entre la demanda de equidad, prosperidad y una mejor calidad de vida de las individuos, así como lo que es ecológicamente posible en términos de recursos.

Las características enunciadas Carlowitz para la administración de la madera (permanente, continuado y perpetuo) son las que toma y difunde el reporte *"Nuestro futuro común"* de las Naciones Unidas en 1987, también llamado reporte Brundtland (por la doctora noruega Gro Harlem Brundtland que presidía la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo) al enunciar: "Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El concepto de desarrollo sostenible implica límites, no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social, y la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de las actividades humanas, pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico."

El documento *"Nuestro futuro común"* se formó mediante la realización de audiencias públicas, recepción de comentarios y entrevistas a científicos y políticos provenientes de 21 países y de diferentes ideologías.

El Informe está dividido en tres partes con 12 capítulos y dos anexos. El capítulo 2 es el más conocido, porque que incluye la definición de desarrollo sustentable, pero se considera importante presentar un esquema de su estructura.

La parte 1 bajo el título *"Preocupaciones comunes"* incluye un diagnóstico de los problemas mundiales: la pobreza, el tipo de crecimiento sin tomar en cuenta la conservación de los recursos naturales, el daño a los sistemas ecológicos y la crisis

económica. Hace un recuento del desarrollo en las últimas décadas, y menciona aspectos positivos en relación a la mejora relativa de las sociedades humanas en su acceso a recursos como agua, energía o educación, aunque indica que en términos absolutos no ha mejorado o ha empeorado.

En esta primera parte se presenta el concepto de desarrollo sostenible y el rol de la economía internacional en ese sentido. Postula que el desarrollo sustentable debe implicar un desarrollo que: favorezca la igualdad del desarrollo entre los países, garantice los derechos humanos de salud, educación, democracia y el acceso a los recursos necesarios para una vida plena. Al mismo tiempo debe garantizarse la preservación de la naturaleza y el funcionamiento de sus ecosistemas.

La segunda parte presenta los desafíos de la comunidad internacional en los siguientes temas: población y recursos humanos, seguridad alimentaria, la diversidad y especies como recursos para el desarrollo, fuentes de energía, crecimiento de la industria y los desafíos de las áreas urbanas.

La tercera parte, titulada *"Esfuerzos comunes"* propone la cooperación internacional para el manejo de determinadas zonas y espacios: los océanos, el espacio exterior y la Antártida. Postula que los conflictos bélicos son una de las causas del desarrollo no sostenible y llama a una cultura de la paz.

Por último, propone cambios institucionales y legales para el establecimiento de programas nacionales, regionales e internacionales, y a la cooperación internacional.

Las consecuencias de la publicación del reporte Brundtland son muchas, algunas a nivel práctico y otras a nivel conceptual:

- define el concepto desarrollo sostenible que fue incorporado a todos los programas de la ONU,
- postula que la protección ambiental había dejado de ser una tarea nacional o regional para pasar a convertirse en un problema global,
- si los problemas ambientales son globales, las acciones para revertir la degradación actual también deben involucrar a todos los países,

- señala que el desarrollo y el ambiente no deben verse como cuestiones separadas: “ambos son inseparables”,
- como la degradación ambiental es consecuencia tanto de la pobreza como de la industrialización, los países desarrollados y no desarrollados debían buscar un nuevo camino de desarrollo.

Con respecto a la preocupación por la degradación ambiental, las formas de solucionarla no son compartidas por todos los grupos que están involucrados en el tema. En el libro de Foladori y Perri (2006) titulado *“Sustentabilidad? Desacuerdos sobre desarrollo sustentable”*, se presentan las principales corrientes ambientalistas que dan cuenta de los marcos conceptuales e ideológicos en juego con respecto a esta temática y que se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Corrientes ambientalistas

CORRIENTE	**CAUSA DE CRISIS AMBIENTAL**	**SOLUCIONES A LA CRISIS**
ECOLOGÍA PROFUNDA	Desarrollo tecnológico, industrial y urbano, explosión demográfica.	Detener el crecimiento industrial y urbano, detener el crecimiento poblacional.
ECOLOGISTAS VERDES	Desarrollo tecnológico e industrial, explosión demográfica, tecnologías sucias, uso excesivo de recursos energéticos no renovables.	Detener el crecimiento poblacional, disminuir el consumo, uso de tecnologías limpias con recursos renovables.
CORNUCOPIANOS	No hay crisis ambiental.	Libre mercado, cualquier escasez será resuelta por la tecnología y el mercado.
AMBIENTALISTAS MODERADOS	Uso excesivo de recursos naturales porque no son de propiedad privada.	Instrumentos de gestión ambiental que internalicen los costos ambientales, tecnologías eficientes y limpias.
ECO-DESARROLLISTAS	La pobreza es responsable de la crisis ambiental tanto como el consumo de los ricos, modelo productivista y consumista impuesto por los países hegemónicos, tecnologías inapropiadas, dominación cultural.	Disminuir la pobreza, modelo de producción y consumo alternativo basado en recursos naturales locales, conocimiento local, alternativas tecnológicas, integración rural-urbana.

Continuación Cuadro 2. Corrientes ambientalistas

CORRIENTE	CAUSA DE CRISIS AMBIENTAL	SOLUCIONES A LA CRISIS
ECOLOGÍA SOCIAL	Relación de dominación entre los humanos y la naturaleza, lógica de mercado.	Expandir las comunidades autogerenciadas con producción a pequeña escala y relaciones de cooperación.
MARXISTAS	Relaciones sociales de producción y explotación.	Cambiar las relaciones de producción capitalistas para otras no clasistas y solidarias.

Como se puede apreciar, en las corrientes ambientalistas no hay un consenso sobre la existencia de una crisis ambiental, en sus causas, en el caso de haberla, y en las medidas que se requieren para solucionarla.

Si bien el concepto de desarrollo sostenible nació con una clara tendencia hacia el aspecto ecológico, sus fundamentos abarcan tres dimensiones (Harris, 2000):

- la dimensión ambiental, donde deben mantenerse los recursos básicos, evitando la sobreexplotación de recursos renovables o el agotamiento de los no renovables. Esto incluye el mantenimiento de la biodiversidad, la estabilidad atmosférica y otras funciones ecosistémicas que no son clasificadas como recursos económicos (como por ejemplo la belleza de un paisaje),
- la dimensión económica, que implica un mantenimiento del equilibrio de un sistema entre la producción de bienes y servicios, y la deuda respecto a otros sistemas, evitando desbalances extremos,
- la dimensión social, que implica asegurar equidad, ya sea desde la adecuada provisión de servicios (salud, educación), como la equidad de género, respeto a las minorías, y participación ciudadana.

Con respecto a la dimensión económica, la crítica de muchos autores refieren que el concepto desarrollo sostenible es en sí mismo un oxímoron al manejarse como sinónimos el concepto de desarrollo con el crecimiento. El crecimiento encuentra

niveles de saturación que hacen rever la diferencia entre ambas ideas (el impacto del gran aumento de vehículos en una ciudad, el aumento de residuos peligrosos).

Para Naredo (2004) el concepto es sí mismo un oxímoron; esto es, la unión de dos términos contradictorios que dan lugar a uno nuevo.

De acuerdo a Aguilera (2006), bajo la definición de desarrollo sostenible la idea que está implícita "es la necesidad de mantener un ritmo de actividad compatible con el sostenimiento del medio ambiente en sus condiciones actuales" o, dicho de otra manera, la reducción de costos para las futuras generaciones.

Para la disciplina económica el planteo del desarrollo sostenible ha tenido un gran impacto a nivel conceptual. En el análisis de Aguilera Klink (1992) hay una parte de los profesionales del área económica, que se pueden encuadrar bajo la tendencia de economía ambiental, entiende que el ambiente puede regirse con los mismos criterios que otros recursos. Por otra parte, los defensores de la economía ecológica eligen realizar un replanteamiento global de la disciplina, enfocando la economía desde una perspectiva ecosistémica, en la que la propiedad privada tiene un menor papel protagonista y se prima la visión ecológica.

Esos enfoques contrapuestos tienen su expresión concreta en los indicadores de sustentabilidad que utilizan (Achkar, 2005). Para los de la primera tendencia, los indicadores serán monetarios e intentarán evaluar qué parte de los ingresos por la venta de productos y satisfacción de necesidades de un país o una región pueden considerarse ingresos reales, y qué parte deben ser considerados pérdida de patrimonio. Estos indicadores son los siguientes: PBI Verde, PBI ecológicamente corregido, IBES o índice de bienestar económico sustentable, y Cuentas patrimoniales.

Para los que adhieren a la tendencia de la llamada economía ecológica, los indicadores a utilizar son biofísicos: MIPS o Mochila ecológica, Huella ecológica, Espacio Ambiental.

Desde la triple dimensión (ambiental, económica y social) es que, en diciembre de 2002, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el Decenio de las

Naciones Unidas de la Educación con miras al Desarrollo Sostenible, designando a la UNESCO como la entidad encargada de llevar adelante ese proyecto.

El objetivo general de este plan, que se extendió desde el 2005 al 2014, consistió en "integrar los principios, valores y prácticas del desarrollo sostenible en todas las facetas de la educación y el aprendizaje. Esta iniciativa educativa fomentará los cambios de comportamiento necesarios para preservar en el futuro la integridad del medio ambiente y la viabilidad de la economía, y para que las generaciones actuales y venideras gocen de justicia social."

En diciembre de 2014 las Naciones Unidas presentan el documento *"El camino hacia la dignidad para 2030: acabar con la pobreza y transformar vidas protegiendo el planeta"*, donde se propone una agenda universal y transformadora para el desarrollo sostenible basada en los derechos de las personas y del planeta.

En esta guía se establecen seis principios que enmarcan la acción de los diferentes Estados y países. Ellos son:

"a) dignidad: acabar con la pobreza y luchar contra las desigualdades;

b) garantizar una vida sana, el conocimiento y la inclusión de las mujeres y los niños;

c) prosperidad: desarrollar una economía sólida, inclusiva y transformadora;

d) planeta: proteger nuestros ecosistemas para todas las sociedades y para nuestros hijos;

e) justicia: promover sociedades seguras y pacíficas e instituciones sólidas; y

f) asociación: catalizar la solidaridad mundial para el desarrollo sostenible."

La focalización de la atención en el Desarrollo Sostenible o Sustentable por parte de los organismos internacionales impulsó que se tomara en cuenta, por parte de los planificadores y ejecutores, de las políticas públicas, así como por la comunidad científica internacional (Goodland, 1995). También en las publicaciones hay un incremento del área sustentabilidad y se registra un número creciente de institutos que

adoptaron el desarrollo sostenible como su foco de investigaciones e incluso se establecieron cursos de grado. Por ejemplo, la Universidad de Arizona fundó la Escuela de Sustentabilidad (2006), y la Universidad de Tokio tiene un programa en Ciencia de la Sustentabilidad (2007). Otras universidades han creado redes de investigación en el área: Universidad de Hokkaido, de Rikkyo y Osaka.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general

El objetivo general es identificar un patrón epidemiológico en la difusión del término "sustentabilidad" en los campos de estudio de la Ecología y el Ordenamiento Territorial en la bibliografía científica.

4. 2 Objetivos específicos

- Obtener un registro de la utilización del término "sustentabilidad" como tema, aparecido en publicaciones científicas de Ecología y de Ordenamiento territorial en la plataforma de información *Web of Science*.

- Especificar el ritmo de utilización del término "sustentabilidad", tomando las variables de frecuencia, autores y cobertura geográfica.

- Interpretar el conjunto de datos de acuerdo a la teoría epidémica, utilizando una ecuación de análisis determinístico.

5 Metodología

Para alcanzar los objetivos señalados, se aborda el análisis de los autores que escriben sobre sustentabilidad desde la perspectiva de la bibliometría, utilizando sus técnicas y herramientas.

El análisis bibliométrico se caracteriza por tener la modalidad de estudio cuantitativo e inductivo, porque se busca llegar a explicaciones de carácter general.

Las características de este estudio son las de ser descriptivo y longitudinal. La característica de descriptivo implica que se busca describir situaciones, hechos o personas, midiéndolos y evaluándolos de acuerdo a las dimensiones o variables especificadas previamente.

La longitudinalidad del estudio está dada porque los datos se recolectarán a través del tiempo, tomando en cuenta períodos de tiempo para inferir cambios que se hayan producido en la literatura estudiada.

5.1 Selección de la fuente de datos

Se decidió trabajar con el método de cuenta completa, esto significa que al asignar el crédito de los documentos producidos por varios autores, se asigna el documento a cada uno de los autores. Si el documento tiene tres autores, cada uno recibe el crédito completo. El método de cuenta completa garantiza que todos los autores sean contabilizados, independientemente de su lugar en el grupo de autores.

La recolección de los datos se hizo tomando las referencias bibliográficas que incluyen el tema "sustentabilidad" en las áreas de estudio de la Ecología y el Ordenamiento territorial en la plataforma de información internacional *Web of Science*.

La *Web of Science* es una plataforma basada en tecnología Web de la empresa Clarivate Analytics, integrada por tres bases de datos multidisciplinares que se focalizan en distintas áreas de conocimiento: *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED), que colecciona títulos de revista de las ciencias básicas y las tecnologías, desde 1899 al presente; *Social Sciences Citation Index* (SSCI), que incluye las disciplinas de ciencias sociales, incluye artículos desde 1956 al presente; y *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), que indexa títulos de publicaciones periódicas de humanidades y artes, desde 1975 al presente. Asimismo, incluye dos bases de datos de actas de congresos, *Conference Proceedings Citation Index- Science* (CPCI-S) y *Conference Proceedings Citation Index- Social Science & Humanities* (CPCI-SSH), de ciencias básicas y de ciencias sociales y humanas.

Las búsquedas se realizaron en la *Web of Science* en dos de sus bases de datos: *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED) y *Social Sciences Citation Index* (SSCI).

Las ventajas de realizar la investigación en la plataforma *Web of Science* son que tiene carácter internacional y multidisciplinar, tiene una amplia cobertura de las publicaciones más importantes en las diferentes áreas del conocimiento, es actualizada periódicamente, los registros son completos, y permite la exportación de los resultados de búsqueda a múltiples formatos que facilitan su análisis.

Fue excluido del estudio de fuentes *Google Scholar* o *Google Académico*, dado que al hacer un rastreo automático conlleva una importante dosis de errores e indiza una amplia variedad de documentos, no todos son de carácter académico (incluye guías, documentos administrativos, bibliografías de cursos, libros de divulgación, etc.).

5.2 Delimitación del área y período de estudio

El lapso de tiempo a estudiar será desde 1987 al 2015. Fue en el año 1987 cuando se hizo público el reporte Brundtland, provocando una diseminación mayor del término sustentabilidad. La cobertura geográfica es la determinada por la inclusión de las revistas a las bases de datos, siendo esperable un menor número de publicaciones científicas de los países subdesarrollados o con menor inversión en investigación científica y tecnológica.

La elección de las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial fue realizada tomando en cuenta su confluencia teórica. En Uruguay esa relación se explicita en la Ley 18.308 de ordenamiento territorial y desarrollo sostenible (2008), donde se define al ordenamiento territorial como “el conjunto de acciones transversales del Estado que tienen por finalidad mantener y mejorar la calidad de vida de la población, la integración social en el territorio y el uso y aprovechamiento ambientalmente sustentable y democrático de los recursos naturales y culturales.”

5.3 Tipos de documentos

Los documentos seleccionados en la búsqueda fueron los artículos y revisiones, excluyéndose las cartas de autores y resúmenes de libros.

5.4 Tratamiento de los datos

En la definición de la estrategia de búsqueda se determinó el término por el cual se realizaría, adoptando el término de "sustainability" que abarca los conceptos sustentabilidad y sostenibilidad que se utilizan en el idioma castellano. En el análisis de los datos, su discusión y conclusiones se utilizó sustentabilidad y sostenibilidad como sinónimos. Se realizó el sondeo en la interfase de búsqueda básica en las bases de datos de *Web of Science* de *Science Citation Index Expanded* (SCI-EXPANDED) y *Social Sciences Citation Index* (SSCI) por el término "sustainability" en el campo de tema. Se refinó la búsqueda por el período de tiempo desde el año 1987 al 2015 a nivel internacional.

Posteriormente, se realizó la refinación de resultados por las categorías de la *Web of Science* que dan cuenta de las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial, ellas son: Environmental Science, Environmental Studies, Ecology y Urban Studies.

Después de obtenidos los resultados se ingresaron en una planilla de cálculo (Microsoft Excel 2016), tomando los datos siguientes: año, autor o autores, título del artículo, título de la publicación, idioma, temas, institución y país.

Para calcular los autores infectados se eliminaron los autores a partir de su segundo trabajo y se contaron la cantidad de autores totales por año. La tasa de crecimiento anual de los infectados se calculó en base a la siguiente fórmula:

f - s / s

donde f es el dato del último año y s es el dato del año anterior al considerado.

Para determinar los autores removidos se tomaron aquellos a partir de un año posterior a la última publicación. La tasa de crecimiento de removidos se calculó en base a la siguiente fórmula:

f - s / s

donde f es el dato del último año y s es el dato del año anterior al considerado.

Los autores susceptibles se determinaron tomando dos fuentes de información: los autores que hicieron comentarios al Informe Brundtland (Sciandro, 2010), y la cantidad de estudiantes inscriptos en la Universidad de Wisconsin en 1987, donde eran docentes los cuatro autores del primer artículo en el período estudiado (*US National Center for Education Statistics*, 1993). El total de autores susceptibles quedó definido en 1000.

5.5 Análisis estadístico de los datos

El modelo determinístico, considerado por Goffman y Newill, representa el proceso de transmisión de ideas como un sistema de ecuaciones diferenciales. A través de los trabajos publicados por los miembros de una población se explora la transmisión de ideas que no necesariamente será constante en el tiempo. En este modelo, la mitad de la población se considerará infectada en el punto máximo, en tanto que la población total se considerará infectada después de la ocurrencia de la epidemia. Fue escogida la representación determinística de los procesos epidémicos, porque este modelo matemático es el más adecuado para grandes poblaciones, y se trabajará con el universo completo de referencias encontradas y no con una muestra.

El sistema de ecuaciones diferenciales presentado por Goffman es el siguiente:

$dS/ dt = - \beta SI$

$dI/ dt= \beta SI – \gamma I$

$dR/ dt= \gamma I$

donde S, I y R son funciones continuas de la variable t (tiempo),

β es la tasa de infección de los susceptibles,

γ es la es la tasa a la cual los infectados son removidos.

El sistema de ecuaciones diferenciales no tiene una solución numérica, para resolver esto se utilizó la ecuación de Hurewicz (1958) que en forma de vector propone la siguiente fórmula: $X_{i-}1 + [t-t\ i-1] Xi-1$

Lo que significa la fórmula es que la tasa de cambio de infectados en un determinado tiempo será igual a la tasa de cambio de infectados del período anterior más la diferencia entre los dos períodos multiplicado por la tasa de cambio de infectados del período anterior.

5.6 Representaciones gráficas

Se presentaron los datos obtenidos mediante gráficos elaborados con el programa Microsoft Excel 2016 en los siguientes temas:

- cantidad de artículos por año y tasa de crecimiento,
- promedio de autores por artículo,
- análisis de autores por países,
- cantidad de autores por Instituciones,
- análisis de autores por idioma,
- análisis de los autores por tema,
- análisis epidémico de los autores,
- caracterización de los autores más productivos.

5.7 Indicadores obtenidos en el estudio

Los indicadores que se construyeron en el estudio para evaluar las características bibliográficas del objeto de estudio son de carácter unidimensional, es decir que no hay una combinación de los mismos.

Hay distintas formas de clasificación de indicadores bibliográficos; de acuerdo a las atributos que presentan en el estudio se agrupan de la siguiente manera:

- Indicadores personales. Las características de los autores que se tomaron fueron la del país y la afiliación institucional. El principal desafío de este tipo de indicador son los casos de homonimia y sinonimia (apellidos y nombres de Instituciones escritos en forma diferente que refieren a la misma persona u

organización) y de homonimia (en el caso de autores con el mismo nombre que corresponden a diferentes personas).

- Indicadores de producción. Se obtuvo el número total de documentos en el período estudiado (1987-2015), la cantidad de publicaciones discriminadas por año, el número de autores que escribieron sobre el tema y la cantidad que, sobre ese número, dejaron de producir artículos científicos al año siguiente.
- Indicadores de forma y contenido. Se consideraron la cantidad y la distribución porcentual de idiomas utilizados y de temas. El análisis de los temas se realizó tomando los términos presentes en el campo Áreas de investigación (SC) indizados en la plataforma de información *Web of Science.*

6 Resultados y discusión

6.1 Análisis sobre la producción de artículos de sustentabilidad

En los años estudiados se observa, mayoritariamente, un crecimiento en la cantidad de artículos publicados por año sobre sustentabilidad, completando un total de 16.563 artículos.

En términos porcentuales, los mayores incrementos se dan en los años 1990, 1988, 2013 y 2008 con 420 %, 200 %, 101 % y 95 % respectivamente.

La disminución en la publicación de artículos sobre sustentabilidad, con respecto al año anterior, se registra en los años 1999, 2004, 2007 y 2012, siendo el 2007 donde el porcentaje es menor (-30 %).

Cuadro 3. Cantidad de artículos por año

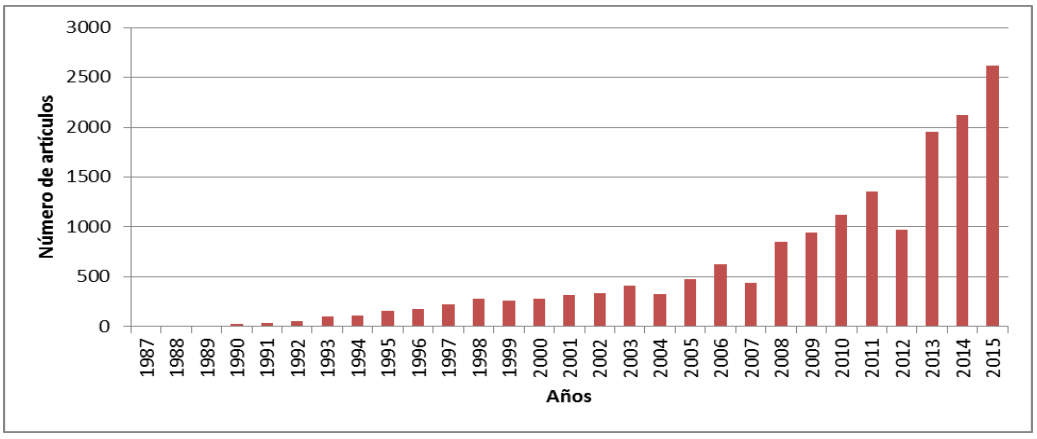
Año	Artículos	Tasa de crecimiento	Porcentaje de crecimiento anual
1987	1		
1988	3	2	200 %
1989	5	0,67	67 %
1990	26	4,2	420 %
1991	32	0,23	23 %
1992	53	0,66	66 %
1993	97	0,83	83 %
1994	112	0,15	15 %
1995	156	0,39	39 %
1996	173	0,11	11 %
1997	221	0,28	28 %
1998	281	0,27	27 %

Continuación Cuadro 3. Cantidad de artículos por año

Año	Artículos	Tasa de crecimiento	Porcentaje de crecimiento anual
1999	257	-0,09	-9 %
2000	279	0,09	9 %
2001	315	0,13	13 %
2002	338	0,07	7 %
2003	409	0,21	21 %
2004	329	-0,2	-20 %
2005	474	0,44	44 %
2006	622	0,31	31 %
2007	438	-0,3	-30 %
2008	854	0,95	95 %
2009	939	0,1	10%
2010	1117	0,19	19%
2011	1356	0,21	21%
2012	972	-0,28	-28%
2013	1956	1,01	101%
2014	2126	0,09	9 %
2015	2622	0,23	23 %

El crecimiento de la cantidad de artículos se puede apreciar en el siguiente gráfico:

Gráfico 1. Cantidad de artículos por año



El descenso en la cantidad de artículos científicos en los años 2004 y 2007 puede atribuirse a la caída en la inversión mundial en investigación y desarrollo de acuerdo a lo expresado por el Banco Mundial en base a datos del Instituto de Estadística de la

UNESCO (2017). En el 2004 descendió 0,133 % del PBI mundial respecto al año anterior y en 2007 0,024 %.

6.2 Análisis de la producción de artículos de sustentabilidad por países

La cantidad de países a los que pertenecen los autores que escribieron sobre sustentabilidad es de 135.

Estados Unidos se presenta como el país al que pertenecen la mayoría de los autores, con el 22 %. Los países que le siguen tienen un porcentaje mucho menor: por ejemplo, los que pertenecen al Reino Unido son un 11 % del total, Australia un 7 %, y China un 6 %.

Del total de 135 países, 23 reúnen el 86,93 % de los artículos, indicando una concentración elevada de la producción científica en pocos países.

En el cuadro siguiente se pueden apreciar los 23 países que reúnen la mayoría de artículos:

Cuadro 4. Cantidad de artículos por país

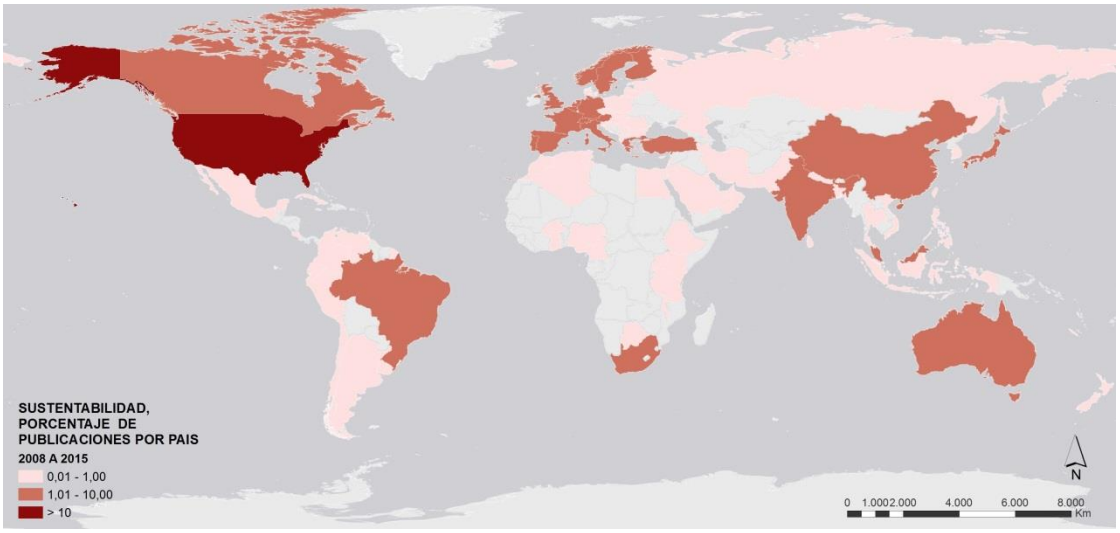
País	Artículos	Porcentaje
ESTADOS UNIDOS	3629	21,91 %
REINO UNIDO	1802	10,88 %
AUSTRALIA	1114	6,73 %
CHINA	968	5,84 %
CANADA	852	5,14 %
ALEMANIA	776	4,69 %
PAISES BAJOS	670	4,05 %
ITALIA	610	3,68 %
ESPAÑA	573	3,46 %
SUECIA	487	2,94 %
FRANCIA	352	2,13 %
BRASIL	312	1,88 %
SUIZA	280	1,69 %

Continuación Cuadro 4. Cantidad de artículos por país

País	Artículos	Porcentaje
INDIA	260	1,57 %
JAPON	238	1,44 %
TURQUIA	202	1,22 %
SUDAFRICA	200	1,21 %
NUEVA ZELANDA	190	1,15 %
AUSTRIA	186	1,12 %
BELGICA	183	1,10 %
PORTUGAL	178	1,07 %
GRECIA	170	1,03 %
DINAMARCA	166	1,00 %

En el mapa puede apreciarse más claramente la producción de los autores tomando como referencia a los países donde se desempeñan.

Gráfico 2. Representación geográfica de las publicaciones de Sustentabilidad en el período 1987-2015



6.3 Análisis de la producción sobre sustentabilidad por países y por períodos

Para obtener una idea de la evolución temporal de la producción sobre sustentabilidad por países, se dividieron en los siguientes períodos: 1987 a 1993, 1994 a 2000, 2001 a 2007, y 2008 al 2015. Cuando se analiza la producción de los países en cada uno de estos períodos se ve un crecimiento en todos ellos. El predominio de Estados Unidos en el primer período, con casi la mitad de los artículos, va disminuyendo en los siguientes períodos, porque aumenta la representación de otros países.

En el caso de China se va observando un incremento importante en cada período. En el período 1987 a 1993 estaba en el lugar 9 con 3 artículos (el 1,38 %), de 1994 a 2000 había aumentado a 14 artículos. En el período de 2001 a 2007 creció a 102 (siendo el porcentaje un 3,49 % sobre el total de artículos de sustentabilidad). El período de mayor crecimiento se dio entre 2008 y 2015 en el que China llegó a publicar 849 artículos (el 7,11 % de la totalidad). El incremento de las publicaciones en China se puede explicar por el aumento de la inversión en investigación que ha tenido un aumento sostenido: en 1996 era 0,6 % del PBI y en 2012 se incrementó hasta el 2,0 % (Banco Mundial, 2017).

Otro país que incrementa la cantidad de artículos en forma significativa es India. En el primer período estudiado (de 1987 a 1993) no tenía ningún artículo, en el período 1994 a 2000 tenía 17 artículos (1,15 % del total), pasando a 43 artículos en el período de 2001 a 2007 (1,47 % del total). En este mismo caso el mayor incremento se vio reflejado en el período de 2008 a 2015 con 200 artículos y una participación de 1,67 % del total. El incremento de las publicaciones en India también puede explicarse con la mayor inversión en investigación y desarrollo, aunque su aumento es menor que en China: del 0,6 % del PBI en 1996 pasó a 0,8 % en 2012 (Banco Mundial, 2017).

El incremento de las publicaciones en India también puede explicarse con la mayor inversión en investigación y desarrollo, aunque su aumento es menor que en China: del 0,6 % del PBI en 1996 pasó a 0,8 % en 2012 (Banco Mundial, 2017).

También se observa el crecimiento de la cantidad de países con publicaciones sobre esta temática por período:

- de 1987 a 1993 la cantidad de países eran 32,
- de 1994 a 2000 fueron 67 países,
- de 2001 a 2007, 87 países,
- de 2008 a 2015, 120 países.

El incremento porcentual en cada período de países representados es de 109,38 %, 29,85 % y 37,93 %.

En el cuadro 5 se detalla la cantidad de artículos por país y por período. En dicho cuadro, se puede observar el crecimiento de la cantidad de artículos de todos los países, así como su disminución en términos porcentuales con respecto al total de los países, dato que indica una mayor participación en el número de países.

Cuadro 5. Cantidad de artículos por país y por período

País	**Período 1987-1993**		**Período 1994-2000**		**Período 2001-2007**		**Período 2008-2015**	
	Nº doc.	%	Nº doc.	%	Nº doc.	%	Nº doc.	%
Estados Unidos	99	45,62	431	29,14	736	25,17	2363	19,79
Canadá	23	10,6	110	7,44	184	6,29	535	4,48
Australia	15	6,91	102	6,9	183	6,26	814	6,82
Reino Unido	12	5,53	250	16,9	419	14,33	1121	9,39
Países Bajos	11	5,07	91	6,15	129	4,41	439	3,68
Alemania	10	4,61	40	2,7	123	4,21	603	5,05
Suecia	8	3,69	39	2,64	116	3,97	324	2,71
Italia	4	1,84	37	2,5	65	2,22	504	4,22
China	3	1,38	14	0,95	102	3,49	849	7,11
Nueva Zelanda	3	1,38	30	2,03	40	1,37	117	0,9
Francia	2	0,92	30	2,03	65	2,22	255	2,14
Dinamarca	0	0	24	1,62	27	0,92	115	0,96
Suiza	1	0,46	19	1,28	62	2,12	198	1,66

Continuación Cuadro 5. Cantidad de artículos por país y por período

País	Período 1987-1993		Período 1994-2000		Período 2001-2007		Período 2008-2015	
	Nº doc.	%	Nº doc.	%	Nº doc.	%	Nº doc.	%
India	0	0	17	1,15	43	1,47	200	1,67
México	1	0,46	17	1,15	21	0,71	76	0,63
Sudáfrica	1	0,46	16	1,08	43	1,47	140	1,16
España	0	0	15	1,01	60	2,05	498	4,17
Brasil	1	0,46	8	0,53	39	1,33	263	2,20
Bélgica	0	0	6	0,39	35	1,20	142	1,18
Austria	2	0,92	12	0,78	33	1,13	138	1,16
Japón	1	0,46	14	0,91	32	1,09	191	1,60
Grecia	0	0	7	0,45	30	1,03	133	1,11
Turquía	0	0	8	0,51	29	0,99	165	1,38
Portugal	0	0	5	0,31	11	0,37	162	1,36
Finlandia	0	0	11	0,66	24	0,79	126	1,06
Noruega	0	0	8	0,48	20	0,65	126	1,06
Malasia	0	0	0	0	5	0,16	125	1,05

6.4 Producción sobre sustentabilidad por Instituciones

Se presentan las Instituciones a las que pertenecen los autores, dentro de los 23 países que han publicado el 1 % o más sobre sustentabilidad. Estos son: Estados Unidos, Reino Unido, Australia, China, Canadá, Alemania, Países Bajos, Italia, España, Suecia, Francia, Brasil, Suiza, India, Japón, Turquía, Sudáfrica, Nueva Zelanda, Austria, Bélgica, Portugal, Grecia y Dinamarca.

Como se puede advertir en los cuadros siguientes, la mayoría de las 10 Instituciones con más producción de cada país son universidades, en menor medida se encuentran las sociedades científicas o académicas. Las universidades se encuentran en lugares muy altos del ranking mundial elaborados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España (2017), en especial las pertenecientes a Estados Unidos que están entre el lugar 4 y 55.

En las páginas siguientes se incluyen de cada país las 10 Instituciones más productivas y se analizan los resultados.

Como ya se mencionó en Estados Unidos las Universidades que cuentan con mayor producción en el tema de sustentabilidad ocupan un lugar relevante en los rankings de Universidades. Sin perjuicio de este hecho, el segundo lugar en cantidad de artículos lo ocupa una agencia del gobierno federal de ese país, la Agencia de Protección del Ambiente como se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 6. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Estados Unidos

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Arizona State University	116	55
US Environmental Protection Agency	102	
University of California, Berkeley	82	4
University California, Davis	65	30
University Wisconsin	61	15
University Michigan	60	5
Michigan State University	56	37
University Florida	54	29
University Maryland	50	32
Ohio State University	48	33

En el Reino Unido las 10 Instituciones con mayor cantidad de publicaciones corresponden a Universidades. La Universidad que tiene mayor cantidad de artículos (University Leeds) es la filiación institucional de un autor con alta producción sobre el tema sustentabilidad: Rodrigo Lozano (Cuadro 7).

Cuadro 7. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en el Reino Unido

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Leeds	70	97
University Cambridge	59	10
University Manchester	58	65
University East Anglia	55	309
University Essex	51	528
University Oxford	49	7

Continuación Cuadro 7. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en el Reino Unido

Institución	No de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
Cardiff University	49	208
University London	45	644
University London Imperial College Science Technology & Medicine	40	56

A diferencia del Reino Unido, en Australia la mayor cantidad de artículos son de autores que pertenecen a la agencia gubernamental Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) en un porcentaje más alto que cualquier Universidad del país: 22 % del total (Cuadro 8).

Cuadro 8. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Australia

Institución	No de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)	125	
University Queensland	76	63
Australian National University	75	74
University Melbourne	49	59
University Sydney	45	76
Griffith University	43	318
Monash University	43	102
James Cook University	39	460
University Technology Sydney	31	341
Queensland University Technology	29	247

La Institución de China, Chinese Academy of Sciences, es la que cuenta con mayor cantidad de artículos a nivel mundial. Si bien esta Institución estatal no se considera dentro de las organizaciones universitarias, sí dependen de ella Institutos, Universidades y empresas (Cuadro 9).

C**uadro 9**. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en China

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Chinese Academy of Sciences	229	
Beijing Normal University	77	289
Peking University	46	47
Nanjing University	38	150
Zhejiang University	34	84
University Hong Kong	31	94
City University Hong Kong	29	202
China Agricultural University	28	463
Hong Kong Polytech University	23	224
Liaoning Normal University	16	2345

En Canadá las que tienen mayor protagonismo son las Universidades, la de British Columbia tiene un porcentaje muy alto de artículos (33 %) respecto a las demás y a la organización gubernamental Environment Canada (Cuadro 10).

C**uadro 10**. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Canadá

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University British Columbia	138	27
University Waterloo	48	90
McGill University	39	52
University Toronto	39	18
Dalhousie University	38	254
University Alberta	24	60
Wilfrid Laurier University	23	882
Simon Fraser University	22	119
Acadia University	20	1479
Environment Canada	19	

El cuadro siguiente muestra la cantidad de artículos por Institución en Alemania, donde la Institución de investigación que registra más artículos es The Helmholtz-Centre for Environmental Research GmbH – UFZ, donde uno de los ejes de investigación es precisamente el uso sostenible de los recursos naturales (Cuadro 11).

C**uadro 11**. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Alemania

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
UFZ Helmholtz-Centre for Environmental Research	37	
Technical University Berlin	28	92
University Lueneburg	28	287
Leuphana University Lueneburg	27	1103
Humboldt University	21	61
University Gottingen	19	113
University Kassel	18	15278
Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF)	15	
University Bonn	14	100
University Freiburg	14	82

En los Países Bajos las primeras 10 Instituciones con mayor cantidad de artículos corresponden a Universidades, siendo la que lidera la Wageningen University, con un 37 % del total de artículos (Cuadro 12).

C**uadro 12**. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Países Bajos

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Wageningen University	173	205
Delft University Technology	59	111
University Utrecht	48	66
Leiden University	33	300
Erasmus University	32	194
Vrije University Amsterdam	27	109

Continuación Cuadro 12. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Países Bajos

Institución	Nº de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
University Amsterdam	24	72
University Groningen	21	87
Free University Amsterdam	20	352
University Twente	20	218

En Italia la Universidad que tiene mayor cantidad de artículos (Universidad de Siena) es la filiación institucional de un autor con alta producción sobre el tema sustentabilidad: Simone Bastianoni (Cuadro 13).

C**uadro 13**. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Italia

Institución	Nº de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
University Siena	43	401
Commission European Communities	29	
Politecnico Milan	26	170
University Milan	23	325
University Bologna	22	201
University Padua	22	182
University Roma La Sapienza	20	139
University Turin	19	256
Politecnico Torino	16	406
University Genoa	15	313

También en España son mayoría las Universidades las que cuentan con la mayoría de artículos de sustentabilidad. La Universidad de Barcelona lidera la lista de las 10 Instituciones con más producción con un 29 % sobre las demás (Cuadro 14).

Cuadro 14. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en España

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Autonoma Barcelona	62	152
University Santiago de Compostela	37	478
University Politecnica Madrid	21	335
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)	20	
University Castilla La Mancha	17	572
University Granada	16	237
University Politecnica Valencia	16	243
University Extremadura	15	742
University Autonoma Madrid	14	257
University Pablo Olavide	12	1038

En Suecia, 9 de las primeras 10 Instituciones con mayor cantidad de artículos son Universidades, con cifras que no reflejan grandes desigualdades en la cantidad de los mismos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Suecia

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Blekinge Institute Technology	65	1467
Chalmers University Technology	61	287
KTH Royal Institute Technology	55	174
Linkoping University	35	226
Lulea University Technology	24	836
Lund University	24	108
Malardalen University	23	1457
Malmo University	23	1265

Continuación Cuadro 15. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Suecia

Institución	Nº de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
Mid Sweden University	13	1530
Royal Swedish Academy Science	12	

En Francia hay una alta presencia de Instituciones de investigación que pertenecen al ámbito gubernamental: INRA, CIRAD, CNRS, IRD, IFREMER. De ellos el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) tiene un porcentaje muy alto de publicaciones, el 35 % de los artículos totales (Cuadro 16).

Cuadro 16. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Francia

Institución	Nº de artículos	Lugar en el ranking de Universidades
INRA	53	
University Paris	17	180
CIRAD	15	
CNRS	13	
University Versailles	12	772
University Montpellier 2	11	519
IRD	8	
IFREMER	7	
University Strasbourg	7	397
Ecole Mines Nantes	5	545

Brasil, es el único país de Latinoamérica que se encuentra entre aquellos que publicaron sobre sustentabilidad en el período estudiado (1987-2015) más de un 1 % del total de artículos. También en el caso de este país latinoamericano las Universidades cumplen el rol más relevante en la publicación sobre este tema y la de Sao Paulo tuvo el porcentaje mayor sobre el resto de Instituciones: 30 % (Cuadro 17).

Cuadro 17. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Brasil

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Sao Paulo	37	71
University Federal Rio de Janeiro	16	227
University Estadual Campinas	14	271
University Estadual Paulista	13	408
University Paulista	10	2934
EMBRAPA	9	
University Brasilia	9	640
Sao Paulo State University	5	802
University Federal Fluminense	5	737
University Federal Ceara	4	746

En Suiza la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (o ETH) cuenta con el porcentaje más alto de artículos con respecto al resto de las Instituciones que publicaron sobre sustentabilidad en el país (Cuadro 18), es de un 50 %.

Cuadro 18. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Suiza

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
ETH	88	34
University Bern	19	169
Eawag	10	
Empa	10	
University Geneva	10	2052
Ecole Polytech Federal Lausanne	9	69
University Zurich	9	116
Eawag Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology	8	
University St Gallen	7	997
Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research	6	

En India la Institución con mayor cantidad de artículos es el Indian Institute Technology con un 23 % sobre el resto de las Instituciones (Cuadro 19).

Cuadro 19. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en India

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Indian Institute Technology	22	561
National Institute Technology	14	
Anna University	9	1155
GB Pant Institute Himalayan Environmental and Development	8	
Indian Institute Management Kozhikode	8	4375
Central Agricultural University	6	14901
Wildlife Institute India	6	
Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment	5	
Indian Institute Science	5	1371
University Delhi	4	774

En Japón predominan las Universidades en los primeros 10 lugares con publicaciones sobre sustentabilidad, especialmente la Universidad de Tokyo con el mayor porcentaje sobre las demás: 34 % (Cuadro 20).

Cuadro 20. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Japón

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Tokyo	41	43
Kyoto University	18	81
Nagoya University	13	219
Osaka University	9	167
Hiroshima University	8	416
University Tsukuba	8	323
Tokyo Institute Technology	7	301
Institute Global Environmental Strategies	6	

Continuación Cuadro 20. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Japón

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Hokkaido University	5	264
Ibaraki University	5	1680

En Turquía y Sudáfrica las 10 primeras Instituciones con mayor cantidad de artículos sobre sustentabilidad son Universidades. Se destacan en Turquía la Universidad Técnica de Estambul con 24 % de los mismos (Cuadro 21) y en Sudáfrica la University Cape Town también con 24 % (Cuadro 22).

Cuadro 21. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Turquía

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Istanbul Technical University	22	594
Eastern Mediterranean University	12	1637
Middle East Technical University	10	
Uludag University	9	1257
Dokuz Eylul University	7	1185
Karadeniz Technical University	7	1375
Mustafa Kemal University	7	2338
Bilkent University	6	762
Bogazici University	6	648
Canakkale Onsekiz Mart University	5	1926

Cuadro 22. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Sudáfrica

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Cape Town	37	303
Rhodes University	19	1152
University Pretoria	19	545

Continuación Cuadro 22. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Sudáfrica

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Stellenbosch	18	475
CSIR	15	
University Witwatersrand	15	471
University KwaZulu Natal	12	675
North West University	8	1234
Nelson Mandela Metropolitan University	4	1827
University Johannesburg	4	970

En Nueva Zelanda y Austria se presentan situaciones similares: las primeras 3 Instituciones centralizan el 51 % y el 54 % respectivamente de la totalidad de artículos sobre sustentabilidad publicados en esos países (Cuadros 23 y 24).

Cuadro 23. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Nueva Zelanda

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Massey University	33	502
University Otago	27	346
University Auckland	25	164
Lincoln University	17	1090
Landcare Research	14	
University Canterbury	13	469
University Waikato	13	620
National Institute Water and Atmospher Research	10	
Auckland University Technology	7	912
Victoria University	5	800

Cuadro 24. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Austria

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Klagenfurt University	23	1293
University National Resources and Applied Life Science	23	685
Graz University Technology	22	456

Continuación Cuadro 24. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Austria

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Vienna	20	165
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)	11	
University Innsbruck	7	387
Austrian Academy of Sciences	6	
Austrian University	5	6694
Oikodrom Vienna Institute Urban Sustainability	4	
Sustainable Europe Research Institute	4	

En Bélgica, dos Universidades centralizan el 66 % del total de artículos en ese país: la Universidad de Gante y la Universidad Católica de Lovaina (Cuadro 25).

Cuadro 25. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Bélgica

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Ghent	48	105
Catholic University Louvain	32	320
Hasselt University	9	980
University Liege	8	306
University Antwerp	7	430
Free University of Brussels	5	352
Vrije University Brussel	4	109
Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO)	4	
Centre Wallon de Recherches agronomiques	4	

En Portugal las 10 primeras Instituciones con mayor cantidad de artículos corresponden a Universidades.

Cuadro 26. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Portugal

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Nova Lisboa	30	456
University Lisboa	19	289
University Aveiro	13	544
University Minho	12	440
University Porto	11	229
University Tecnical Lisboa	11	1572
University Algarve	8	1276
Institute Super Technology	6	1935
University Coimbra	4	343
University Beira Interior	4	1181

En Grecia las 3 primeras Universidades tienen el 54 % de los artículos de sustentabilidad (Cuadro 27) mientras que en Dinamarca las 3 primeras Instituciones, que también son Universidades, alcanzan el 65 % de los artículos (Cuadro 28).

Cuadro 27. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Grecia

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
Aristotle University Thessaloniki	27	291
National Technical University Athens	21	388
University Aegean	16	1123
Technical University Crete	14	600
Democritus University Thrace	11	1126
Alexandrian Technology Educative Institute Thessaloniki	10	2475
Technology Educative Institute Western Macedonia	6	2260
Agricultural University Athens	4	1702
Foundation for Research and Technology - Hellas	4	
Athens University of Economics and Business	4	1177

Cuadro 28. Instituciones con mayores publicaciones sobre sustentabilidad en Dinamarca

Institución	**Nº de artículos**	**Lugar en el ranking de Universidades**
University Copenhagen	34	80
Technical University Denmark	33	188
Aarhus University	26	123
Aalborg Hospital	17	339
Royal Veterinary and Agricultural University	8	451
University Southern Denmark	8	384
Copenhagen Business School	7	814
Roskilde University	6	1139
NORDECO	3	

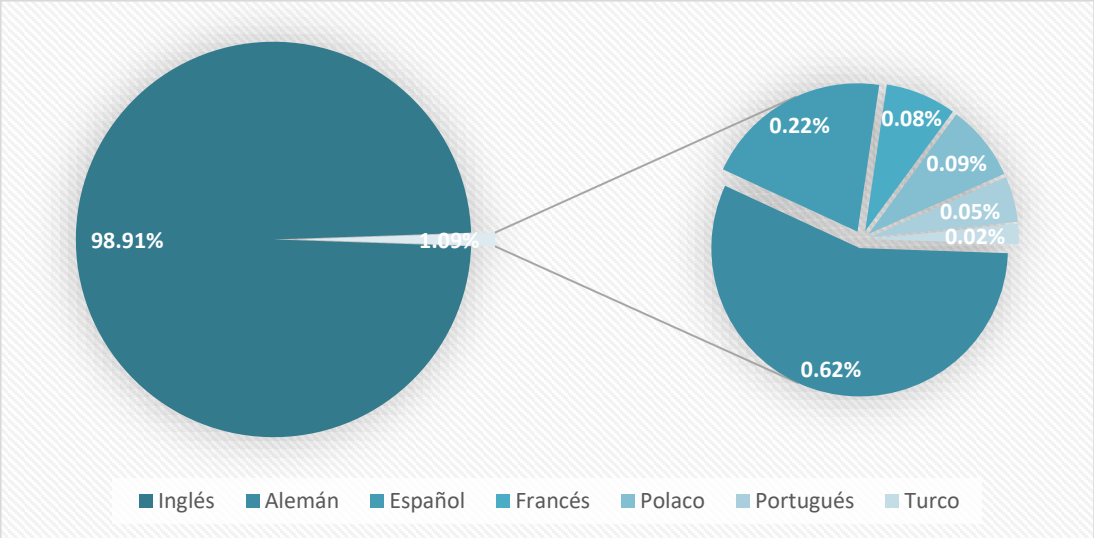
6.5 Análisis de la producción sobre sustentabilidad por idioma

El idioma en que escriben los autores es casi en su totalidad el inglés, si bien en el último período (desde el 2008 al 2015) se incluyen artículos en otros idiomas: alemán, español, francés, polaco, portugués, turco (Cuadro 29).

Cuadro 29. Idiomas de los artículos

Idioma	Período 1987-1993	Período 1994-2000	Período 2001-2007	Período 2008-2015
Inglés	216	1473	2897	11796
Alemán	1	0	20	81
Español	1	7	7	22
Francés	0	0	1	13
Polaco	0	0	0	15
Portugués	0	0	0	9
Turco	0	0	0	4

Gráfico 3. Idiomas de los artículos sobre sustentabilidad



6.6 Análisis de los artículos de sustentabilidad por tema

El tema del que tratan los artículos es mayoritariamente de Ciencias Ambientales y Ecología. En menor número están los temas de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, Negocios y Economía y Estudios Urbanos.

Observados en su evolución temporal aquellos temas que más incrementan en la cantidad de artículos son los de Ciencias Ambientales y Ecología, Ingeniería y Ciencia y Tecnología. Teniendo en cuenta que la búsqueda fue realizada en las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial es significativo el incremento por período de los temas sociales (Ciencias Sociales, Antropología, Sociología, Antropología e Historia y Filosofía de la Ciencia). El crecimiento promedio de la cantidad de artículos en todos los temas es de 130 % (Cuadro 30).

Cuadro 30. Temas de los artículos

Tema	**Período** ***1987-1993***	**Período** ***1994-2000***	**Período** ***2001-2007***	**Período** ***2008-2015***	**Total**
Environmental Sciences & Ecology	213	1481	2919	11930	16543
Engineering	18	152	526	2363	3059
Science & Technology - Other Topics	0	71	244	2529	2845
Business & Economics	2	232	321	865	1420
Urban Studies	17	145	294	860	1316
Biodiversity & Conservation	19	82	166	674	941
Water Resources	26	130	178	527	861
Geography	23	125	160	525	833
Agriculture	50	135	205	307	697
Physical Geography	24	83	154	333	594
Energy & Fuels	5	21	80	411	517

Continuación Cuadro 30. Temas de los artículos

Tema	Período *1987-1993*	Período *1994-2000*	Período *2001-2007*	Período *2008-2015*	Total
Environmental Sciences & Ecology	213	1481	2919	11930	16543
Public Administration	5	44	97	369	515
Social Sciences - Other Topics	10	64	69	154	297
Sociology	9	25	33	136	203
Anthropology	5	10	8	62	85
History & Philosophy of Science	5	7	15	54	81

6.7 Análisis epidémico de la producción sobre sustentabilidad

El total de artículos sobre sustentabilidad en el período 1987-2015 es de 16.563, donde la tasa de artículos por autor se centra en la mayoría de los años entre 0,40 y 0,70. Las excepciones se producen en el año 1987, con una tasa de 0,25 y en 1988 con 1,5 (Cuadro 31).

Cuadro 31. Artículos de sustentabilidad, autores y tasa de artículos/ autores

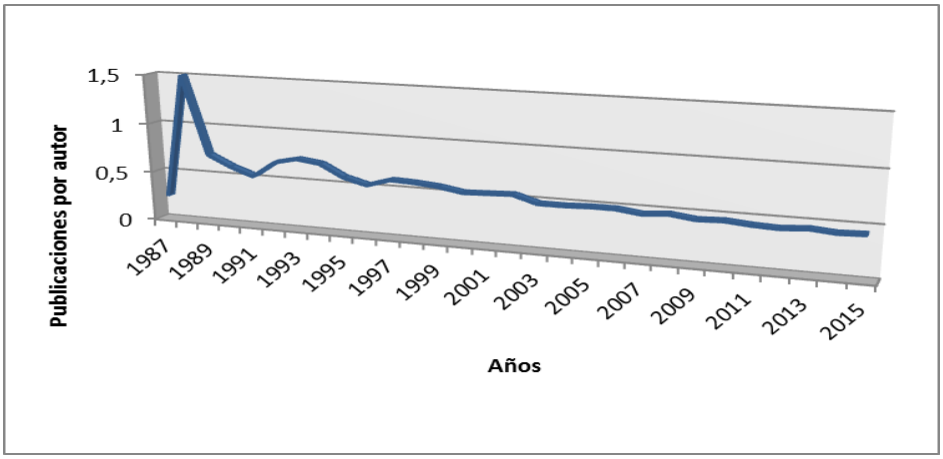
Año	Artículos	Autores	Tasa de artículos/autores
1987	1	4	0,25
1988	3	2	1,50
1989	5	7	0,71
1990	26	43	0,60
1991	32	61	0,52
1992	53	78	0,68
1993	97	133	0,73
1994	112	161	0,70
1995	156	267	0,58
1996	173	333	0,52
1997	221	377	0,59
1998	281	485	0,58
1999	257	462	0,56

Continuación Cuadro 31. Artículos de sustentabilidad, autores y tasa de artículos/ autores

Año	Artículos	Autores	Tasa de artículos/autores
2000	279	532	0,52
2001	315	591	0,53
2002	338	625	0,54
2003	409	868	0,47
2004	329	705	0,47
2005	474	996	0,48
2006	622	1307	0,48
2007	438	978	0,45
2008	854	1834	0,47
2009	939	2122	0,44
2010	1117	2472	0,45
2011	1356	3190	0,43
2012	972	2309	0,42
2013	1956	4446	0,44
2014	2126	5026	0,42
2015	2622	6150	0,43

El gráfico 4 muestra el promedio de publicaciones por autor a través del tiempo. Se puede apreciar que las cifras después de cierta inestabilidad en los primeros años tienden a estabilizarse en el entorno de dos artículos por autor. Esto implica que el crecimiento de la literatura en esta temática está determinado por el crecimiento del número de autores que actúan en el campo, y a la vez por el aumento de su producción.

Gráfico 4. Promedio de publicaciones por autor



De acuerdo a la ecuación de Goffman hay una ocurrencia de epidemia si el resultado de β- γ/S=>0, o sea si el índice de infección menos el índice de remoción sobre los susceptibles es mayor a 0.

El proceso epidemiológico puede ser representado por el sistema de ecuaciones diferenciales utilizado por Goffman, que es el siguiente:

$dS/dt = -\beta SI$

$dI/dt = \beta SI - \gamma I$

$dR/dt = \gamma I$

donde S, I y R son funciones continuas de la variable t (tiempo),

β es la tasa de infección de los autores considerados susceptibles,

γ es la es la tasa a la cual los autores infectados son removidos.

Para que el proceso sea considerado epidémico el resultado de β- γ/S debe ser mayor que 0.

Como se observa en el cuadro 32, el proceso es epidémico, o sea el resultado es mayor a 0 en los años 1993, 1995, 1998, 2003, 2005, 2008, 2011 y 2013.

El resultado es igual a 0 en los años 1987 al 1992, 2000 y 2002.

El resultado es negativo en los años 1994, 1996, 1997, 1999, 2001, 2004, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012, 2014 y 2015.

Cuadro 32. Ocurrencia de epidemia del término sustentabilidad

Año	Inf.	DI	Rem.	DH	βSI	Susc.	β	γ	β- γ/S
1987	4	4,0	0	0,0	4,0	996	0,02	0,00	0,0
1988	2	-1,0	0	0,0	-1,0	1001	0,00	0,00	0,0
1989	7	0,7	5	1,0	0,0	1000	0,00	0,71	0,0
1990	43	0,8	6	0,2	1,0	999	0,04	0,14	0,0
1991	61	0,3	33	0,8	-0,5	1001	-0,03	0,54	0,0

Continuación Cuadro 32. Ocurrencia de epidemia del término sustentabilidad

Año	Inf.	DI	Rem.	DH	βSI	Susc.	β	γ	β- γ/S
1992	78	0,2	47	0,3	-0,1	1000	-0,01	0,60	0,0
1993	133	0,4	47	0,0	0,4	1000	0,06	0,35	0,1
1994	161	0,2	100	0,5	-0,4	1000	-0,06	0,62	-0,1
1995	267	0,4	110	0,1	0,3	1000	0,08	0,41	0,1
1996	333	0,2	176	0,4	-0,2	1000	-0,06	0,53	-0,1
1997	377	0,1	254	0,3	-0,2	1000	-0,07	0,67	-0,1
1998	485	0,2	279	0,1	0,1	1000	0,06	0,58	0,1
1999	462	0,0	336	0,2	-0,2	1000	-0,10	0,73	-0,1
2000	532	0,1	368	0,1	0,0	1000	0,02	0,69	0,0
2001	591	0,1	452	0,2	-0,1	1000	-0,05	0,76	-0,1
2002	625	0,1	451	0,0	0,1	1000	0,04	0,72	0,0
2003	868	0,3	484	0,1	0,2	1000	0,18	0,56	0,2
2004	705	-0,2	686	0,3	-0,5	1001	-0,37	0,97	-0,4
2005	996	0,3	572	-0,2	0,5	1000	0,49	0,57	0,5
2006	1307	0,2	810	0,3	-0,1	1000	-0,07	0,62	-0,1
2007	978	-0,3	1034	0,2	-0,6	1001	-0,54	1,06	-0,5
2008	1834	0,5	782	-0,3	0,8	999	1,45	0,43	1,4
2009	2122	0,1	1575	0,5	-0,4	1000	-0,78	0,74	-0,8
2010	2472	0,1	1910	0,2	0	1000	-0,08	0,77	-0,1
2011	3190	0,2	2204	0,1	0,1	1000	0,29	0,69	0,3
2012	2309	-0,4	3149	0,3	-0,7	1001	-1,57	1,36	-1,6
2013	4446	0,5	2692	-0,2	0,7	999	2,89	0,61	2,9
2014	5026	0,1	4971	0,5	-0,3	1000	-1,72	0,99	-1,7
2015	6150	0,2	6650	0,3	-0,1	1000	-0,43	1,08	-0,4

Como se detalló en la descripción del proceso epidémico, el mismo puede presentar dos estados:

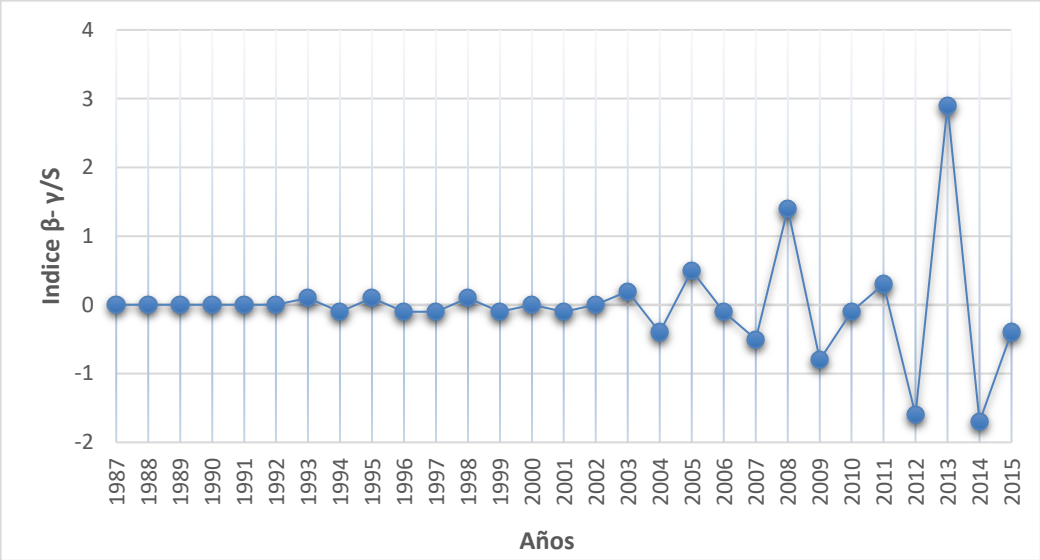
a) estable, cuando la tasa de variación del número de infectados con relación al tiempo es igual a la tasa de variación del número de removidos con relación al mismo tiempo,

b) inestable, cuando la tasa de variación de número de infectados con relación al tiempo es diferente de la tasa de variación del número de removidos con relación al mismo tiempo.

En el caso de la epidemia sobre el concepto de sustentabilidad en la literatura científica el proceso se comportó de forma estable solo en el año 2000.

La inestabilidad del proceso se puede apreciar claramente en el gráfico 5.

Gráfico 5. Proceso epidémico del tema sustentabilidad



La inestabilidad del proceso epidémico demuestra el alto nivel de movilidad de los autores que pasan a publicar sobre el tema de sustentabilidad (y por lo tanto están infectados), así como los que dejan de publicar en el mismo período (los que se denominan autores removidos).

De acuerdo al modelo epidémico, los tres estados en los que pueden incluirse los autores son: infectados, removidos y susceptibles.

Para determinar los autores infectados se eliminaron los autores a partir de su segundo trabajo y se contaron la cantidad de autores totales por año. Para detectar los autores removidos se tomaron aquellos a partir de un año posterior a la última publicación, mientras que para determinar los autores susceptibles se tomaron dos fuentes de información: los autores que hicieron comentarios al Informe Brundtland (Sciandro, 2010), y la cantidad de estudiantes inscriptos en la Universidad de Wisconsin en 1987, donde eran docentes los cuatro autores del primer artículo en el período estudiado (US National Center for Education Statistics, 1993), quedando definido en 1000.

Debe indicarse que puede haber ligeras variaciones referidas el número real de los autores en cada estado debido a los problemas de sinonimia (apellidos escritos en forma diferente que refieren a la misma persona) y de homonimia (autores con el mismo nombre que corresponden a diferentes personas).

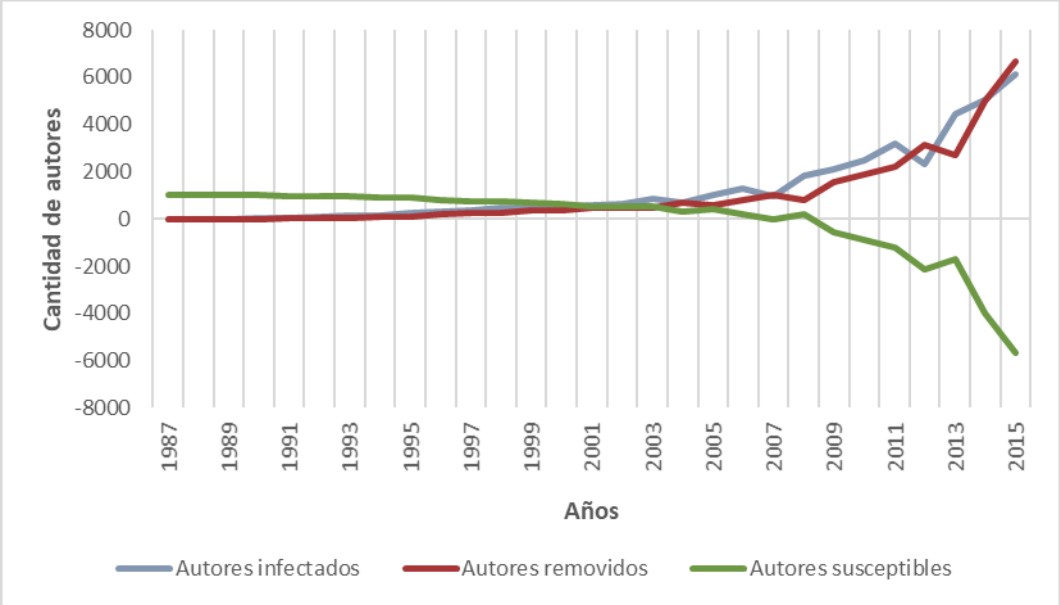
Cuadro 33. Autores susceptibles, infectados y removidos

Año	Autores infectados	Autores removidos	Autores susceptibles
1987	4	0	996
1988	2	0	1000
1989	7	5	995
1990	43	6	994
1991	61	33	967
1992	78	47	953
1993	133	47	953
1994	161	100	900
1995	267	110	890
1996	333	176	824
1997	377	254	746
1998	485	279	721
1999	462	336	664
2000	532	368	632
2001	591	452	548
2002	625	451	549
2003	868	484	516
2004	705	686	314
2005	996	572	428
2006	1307	810	190
2007	978	1034	-34
2008	1834	782	218
2009	2122	1575	-575
2010	2472	1910	-910
2011	3190	2204	-1204
2012	2309	3149	-2149
2013	4446	2692	-1692
2014	5026	4971	-3971
2015	6150	6650	-5650

De acuerdo a Uribarri (2009), la evolución típica de las variables SIR implica un aumento en el tiempo de la cantidad de infectados, una disminución del número de susceptibles, y en el caso de que el número de infectados descienda a 0 es que eventualmente se acaba la epidemia.

En el caso de los autores que escriben sobre sustentabilidad, en el gráfico 6 se puede observar que el proceso está en una curva ascendente. También se observa la inestabilidad del proceso epidémico, porque se presenta un número similar de autores que publican artículos sobre sustentabilidad (autores infectados) al de aquellos que dejan de publicar sobre el tema en el año de su último artículo (autores removidos). Esto indica que los autores que inician su producción científica con publicaciones sobre el tema de sustentabilidad representan una proporción tan alta como aquellos que dejan de hacerlo al año de su último artículo.

Gráfico 6. Número de autores susceptibles, infectados y removidos



Tomando la expresión recursiva establecida por Hurewicz (1958) y establecida en forma de vector, se puede calcular la estimación de autores infectados en los diferentes años.

El enunciado es el siguiente: X_{i}-1 + [t-t i-1] Xi-1.

Esto significa que la tasa de cambio de infectados en un tiempo dado será igual a la tasa de cambio de infectados en el período anterior más la diferencia entre los dos períodos, y multiplicado todo ello por la tasa de cambio de infectados del período anterior.

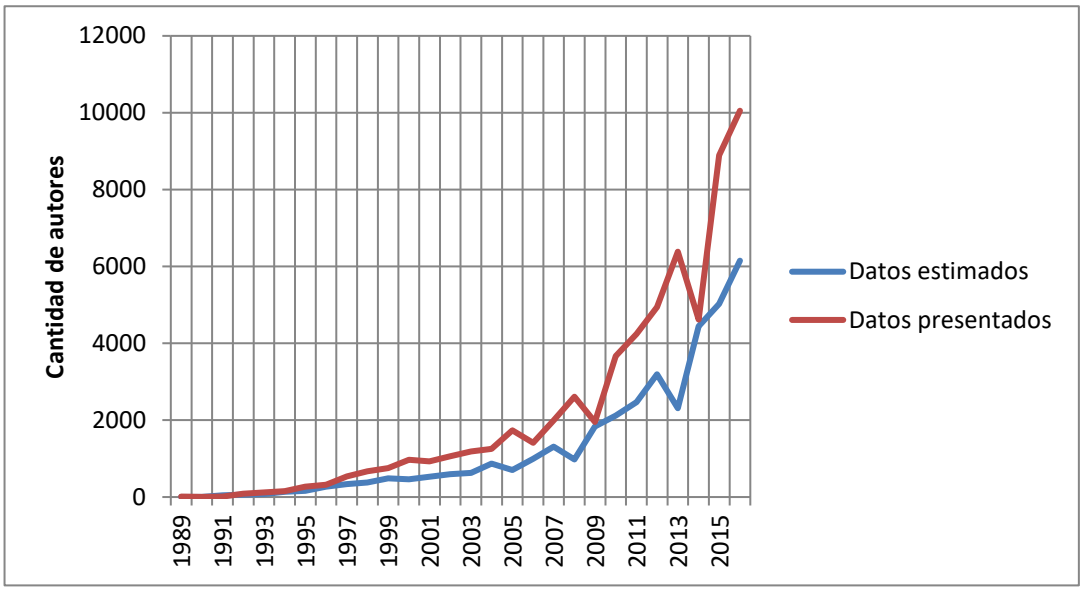
Los resultados de la aplicación de la ecuación presentada se aprecian en el siguiente cuadro.

Cuadro 34. Estimación de autores infectados

Año	Datos estimados	Datos presentados
1987		4
1988	8	2
1989	4	7
1990	14	43
1991	86	61
1992	122	78
1993	156	133
1994	266	161
1995	322	267
1996	534	333
1997	666	377
1998	754	485
1999	970	462
2000	924	532
2001	1064	591
2002	1182	625
2009	3668	2122
2010	4244	2472
2011	4944	3190
2012	6380	2309
2013	4618	4446
2014	8892	5026
2015	10052	6150

Como se aprecia claramente en el gráfico 7, los datos estimados de autores siguen una curva similar durante todo el período de estudio, si bien en los 2 últimos años los autores estimados no se ajustan a los presentados.

Gráfico 7. Estimación del número de autores infectados



Los datos concuerdan con los presentados en otros trabajos, donde el patrón de crecimiento estimado de los artículos coincide con los datos presentados en las publicaciones, no siendo así la cantidad exacta de los mismos (Caldeira, 1975; Urbizagástegui Alvarado, 2008). Los hallazgos no son comparables con las investigaciones de Goffman, ya que sus investigaciones refieren al estudio del crecimiento de las subdisciplinas que integran un campo de estudio mayor (Goffman, 1966, 1971).

Para determinar el error de aproximación de la ecuación se calculó entonces el promedio de los errores absolutos y los errores relativos, medición de utilidad para determinar cuánto puede alejarse el resultado estimado al presentado. El error absoluto refiere a la diferencia entre el valor estimado y el valor medido, y el error relativo es el cociente entre el error absoluto y el valor exacto.

Se presentan los promedios de error en el cuadro 35.

Cuadro 35. Errores absolutos y relativos de los valores estimados

Año	Error absoluto	Error relativo
1988	6	4
1989	-3	0,6
1990	-29	0,3
1991	25	1,4
1992	44	1,6
1993	23	1,2
1994	105	1,7
1995	55	1,2
1996	201	1,6
1997	289	1,8
1998	269	1,6
1999	508	2,1
2000	392	1,7
2001	473	1,8
2002	557	1,9
2003	382	1,4
2004	1031	2,5
2005	414	1,4
2006	685	1,5
2007	1636	2,7
2008	122	1,1
2009	1546	1,7
2010	1772	1,7
2011	1754	1,5
2012	4071	2,8
2013	172	1
2014	3866	1,8
2015	3902	1,6

El promedio de error absoluto es de 866 y el de error relativo es de 1,7.

6.8 Análisis de los autores más productivos en el tema sustentabilidad

Se calculó la media y dos desviaciones típicas para determinar los autores con mayor producción de artículos sobre sustentabilidad (Cuadro 36).

Puede haber cierta variación con los valores reales porque hay muchos problemas de firma: hay autores con el mismo nombre y apellido, otras veces hay confusión al utilizar a veces iniciales y otras veces el nombre completo.

Cuadro 36. Autores con mayor producción

Autor	**Artículos**
Huisingh, D	44
Folke, C	34
Ulgiati, S	31
Bastianoni, S	30
Scholz, RW	29
Yang, ZF	27
Chen, B	26
Zhang, Y	26
Lozano, R	25
Nijkamp, P	25
Bonilla, SH	24
Haberl, H	24
Wu, JG	24
Cabezas, H	23
Costanza, R	22
Milner-Gulland, EJ	22
Dewulf, J	21
Krausmann, F	21
Almeida, CMVB	20
Giampietro, M	20
Giannetti, BF	20
Zhang, XL	20

Para caracterizar los autores con mayor producción se investigó en sus currículums los países de proveniencia, las áreas de investigación, las instituciones donde desarrollan su tarea, si cumplen actividades docentes, y en el caso de cumplir funciones editoriales las publicaciones donde las realizan.

Como se detalla en el cuadro 37, los países a los que pertenecen los autores con mayor producción son:

- China con 5 autores,
- Brasil y Estados Unidos con 3 autores,
- Austria, Italia y Reino Unido con 2 autores,
- Alemania, Bélgica, España, Países Bajos y Suecia con un autor.

Aproximadamente, casi la mitad de ellos (9) tiene al desarrollo sostenible como área de estudio, casi la totalidad (21) desarrollan funciones docentes en Universidades, y 10 de ellos realizan actividades editoriales.

Cuadro 37. Líneas de investigación de autores con mayor producción

Nombre	**País**	**Área**	**Actividad docente**		
DONALD HUISINGH	Estados Unidos	Sustainable Development	si	**Institución**	- University of Tennessee - Institute for a Secure and Sustainable Environment
				Función editorial	Journal of Cleaner Production
CARL FOLKE	Suecia	Resilience	no	**Institución**	- Stockholm Resilience Centre - Beijer Institute of Ecological Economics of the Royal Swedish Academy of Sciences - Global Economic Dynamics and the Biosphere (GEDB) Academy Programme - Wallenberg Foundation Stanford
				Función editorial	no
SERGIO ULGIATI	Italia	Life Cycle Assessment and General Systems Theory	si	**Institución**	Parthenope University of Naples
				Función editorial	no
SIMONE BASTIANONI	Italia	Sustainability indicators	si	**Institución**	University of Siena
				Función editorial	no
ROLAND W. SCHOLZ	Alemania	Trans-disciplinary processes for the design of sustainable human-environment relationships	si	**Institución**	- ETH Zurich - University of Zurich
				Función editorial	no

Continuación Cuadro 37. Líneas de investigación de autores con mayor producción

Nombre	**País**	**Área**	**Actividad docente**		
ZHIFENG YANG	China	- Water Environmental Management - Urban Ecological Planning and Management - Wetland Ecological Process	si	**Institución**	- Beijing Normal University - Ministry of Education
				Función editorial	- Journal of Environmental accounting & management - Journal of Environmental Informatics, - Journal of Environmental Sciences - Frontiers of Earth Science - Ecological Modelling, Ecological Informatics - Journal of Hydrodynamics, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Frontiers of Environmental & Engineering in China
BIN CHEN	China	- Energy System Modelling - Energy accounting and management - Systems dynamics	si	**Institución**	Beijing Normal University
				Función editorial	- Frontiers of Earth Science - Journal of Environmental Management - Ecological Modelling - Ecological Informatics - Computational Ecology and Software - Journal of Hydrodynamics
YAN ZHANG	China	- Ecology-Environmental Engineering-Environmental Science	si	**Institución**	Beijing Normal University
				Función editorial	no
RODRIGO LOZANO	Reino Unido	-Change management for Sustainability-Leadership for Sustainability-Corporate Sustainability-Sustainable Development in Higher Education-Sustainability assessment and reportin	si	**Institución**	University of Leeds
				Función editorial	- Journal of Cleaner Production-Sustainable Development

Continuación Cuadro 37. Líneas de investigación de autores con mayor producción

Nombre	**País**	**Área**	**Actividad docente**		
PETER NIJKAMP	Países Bajos	- Plan evaluation - Multicriteria analysis- Regional and urban planning- Transport systems analysis - Mathematical modelling of spatial systems- Technological innovation- Environmental and resource management	si	**Institución**	Vrije Universiteit Amsterdam
				Función editorial	no
SILVIA H BONILLA	Brasil	Architectural Engineering- Ecological Engineering- Environmental Engineering	si	**Institución**	Universidade Paulista
				Función editorial	No
HELMUT HABERL	Austria	- Energía y sociedad- Cambio climático- Investigación Integrada del Sistema Terrestre – Bioenergía- Sostenibilidad e interacción sociedad-naturaleza- Investigación socio-ecológica terrestre (LTSER)- Apropiación humana de la producción primaria neta (HANPP)	si	**Institución**	Alpen-Adria University
				Función editorial	- Journal of Industrial Ecology- Sustainability

Continuación Cuadro 37. Líneas de investigación de autores con mayor producción

Nombre	**País**	**Área**	**Actividad docente**		
JIANGUO WU	China	-Landscape ecology - Urban ecology - Sustainability science	si	**Institución**	Arizona State University (Estados Unidos)
				Función editorial	Landscape Ecology
HERIBERTO CABEZAS	Estados Unidos	- Design of sustainable manufacturing processes and supply chains - Mathematical theories and models for sustainable management of environmental systems. - Sustainability metrics for environmental management	si	**Institución**	University of Pannonia (Hungría)
				Función editorial	- Environmental Progress and Sustainable Energy - Clean Technologies and Environmental Policy
ROBERT COSTANZA	Estados Unidos	Transdisciplinary integration - Systems ecology - Ecological economics - Landscape ecology - Ecological modeling - Ecological design - Energy analysis - Social traps - Incentive structures and institutions- Environmental policy	si	**Institución**	Australian National University (Australia)
				Función editorial	- Ecological Economics - Reviews in Ecological - Economics Solutions
ELEANOR JANE MILNER-GULLAND	Reino Unido	- Conservation Science - Animal migration	si	**Institución**	Imperial College London
				Función editorial	Journal of Applied Ecology

Continuación Cuadro 37. Líneas de investigación de autores con mayor producción

Nombre	**País**	**Área**	**Actividad docente**		
JO DEWULF	Bélgica	- Clean technology - Sustainability assessment - Exergy - Exergetic life cycle assessment	si	**Institución**	Ghent University
				Función editorial	no
FRIDOLIN KRAUSMANN	Austria	- Life cycle assessment - Resource efficiency	si	**Institución**	Alpen-Adria University
				Función editorial	no
CECILIA M. V. B. DE ALMEIDA	Brasil	- Molecular biology - Cell culture - Immunology	si	**Institución**	Universidade Paulista
				Función editorial	no
MARIO GIAMPIETRO	España	Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism Societal	si	**Institución**	Autonomous University of Barcelona
				Función editorial	no
BIAGIO FERNANDO GIANNETTI	Brasil	- Ecoeficiência - Ecologia industrial - Eletroquímica - Engenharia de Produção - Indicadores de desenvolvimento sustentável - Sistemas de produção - Sustentabilidade	si	**Institución**	Universidade Paulista
				Función editorial	Journal of Environmental Accounting and Management
ZHANG XIAOLING	China	- Land management policies - Land use planning - Land use related standards	si	**Institución**	City University of Hong Kong
				Función editorial	no

7. Conclusiones

Se exponen aquí las conclusiones obtenidas, tomando en cuenta los objetivos planteados en la tesis, los resultados de la investigación y la discusión presentada a partir de ellos.

- El crecimiento sostenido de la producción científica sobre el tema sustentabilidad, durante el período 1987-2015, en las áreas de Ecología y Ordenamiento territorial en la base de datos *Web of Science* es constatable en cuanto a la cantidad de artículos por año, con una tasa promedio de 0,46. Tal incremento se mantiene excepto en los años 1999, 2004, 2007 y 2012.
- El crecimiento de la producción científica sobre el tema sustentabilidad se registra, además de la cantidad de artículos, de forma epidémica en la cantidad de autores. En tanto, en el número de países a los que pertenecen los autores, el promedio de crecimiento es de 76 países por cada periodo de 6 años. Referente a la cantidad de artículos de los diferentes temas tratados el crecimiento promedio es de 130 %.
- Al interpretar el conjunto de datos con el modelo epidémico y utilizando la ecuación de Goffman (con la resolución numérica que plantea Hurewicz) se advierte que el crecimiento de autores que escriben sobre sustentabilidad toma características epidémicas en los años 1993, 1995, 1998, 2003, 2005, 2008, 2011 y 2013. La ocurrencia de epidemia de acuerdo a Goffman se constata cuando el índice de infección menos el índice de remoción sobre los susceptibles es mayor a 0 ($\beta - \gamma/S => 0$).
- El proceso epidémico de los autores que publican sobre el concepto de sustentabilidad se encuentra en una curva ascendente exponencial, por lo que cabe esperar que se produzca más literatura en esta área.
- Al comparar los datos obtenidos por la búsqueda y los estimados por el cálculo propuesto por la teoría epidémica, hay una alta similitud durante todo el período estudiado. El patrón de crecimiento de los

autores que escriben artículos científicos sobre sustentabilidad pudo ser predicho por el modelo, si bien en los 2 últimos años la cantidad de autores estimados es superior a los presentados. Por lo tanto, se considera que la teoría epidémica es un marco conceptual adecuado para la interpretación del conjunto de datos sobre publicaciones de sustentabilidad. También es pertinente para la previsión de la curva o patrón de crecimiento de un campo científico y sus consecuencias en la documentación de Centros o Unidades de Información. Para su aplicación se recomienda tomar en cuenta el promedio de error, con el fin de minimizar la incertidumbre respecto a la distancia entre los valores estimados y los que se presenten.

- Esta investigación ha constatado un patrón de crecimiento epidémico sobre el tema de sustentabilidad en la literatura científica. Este insumo podría tomarse para estudiar cualitativamente los motivos de ese crecimiento, así como los actores y factores implicados en él: desde el rol de los organismos internacionales, la realidad de una crisis ambiental con impactos económicos y sociales, hasta la ambigüedad y polisemia del término sustentabilidad.

8 Bibliografía

ACHKAR, M (2005) Indicadores de sustentabilidad. En: ACHKAR, M, CANTON, V, CAYSSIALS, R, DOMÍNGUEZ, A, FERNÁNDEZ, G Y F. PESCE. Ordenamiento Ambiental del Territorio. Montevideo: Facultad de Ciencias. 104 p.

AGUILERA, U. (2006) El valor económico del medio ambiente. En: *Ecosistemas* 15 (2): 66-71

AGUILERA KLINK, F. (1992) La preocupación por el medio ambiente en el pensamiento económico actual. En: *Información Comercial Española* (711) : 31-42

ALMEIDA, CMVB de (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/C_Almeida3/publications

Fecha de consulta: noviembre de 2017

BANCO MUNDIAL (2017) Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Recuperado de: https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS

Fecha de consulta: diciembre de 2017

BACAËR, N (2011) A short history of mathematical population dynamics. Londres: Springer.

BASTIANONI, S. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://www.ecodynamics.unisi.it/?page_id=101&lang=en

Fecha de consulta: noviembre de 2017

BAUMANN, H y SANDMANN, W. (2016) Structured modeling and analysis of

stochastic epidemics with immigration and demographic effects. En: *PLOS ONE*. pp. 1-19

DOI:10.1371/journal.pone.0152144

BENNION, B y NEUTON, L. (1976) The epidemiology of research on Anomalous water. En: *Journal of the American Society for Information Science* 2(1): 53-56

BETTENCOURT, L.M.A., CINTRÓN-ARIAS, A., KAISER, D.I., CASTILLO-CHÁVEZ, C. (2008) The power of a good idea: quantitative modeling of the spread of ideas from epidemiological models.

Recuperado de http://www.arxiv.org/abs/physics/0502067v3

BOFF, L. (2014) Sustentabilidade. O que é, o que no é. Petrópolis: Vozes

BONILLA, SH. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/S_Bonilla/publications?pubType=inCollection

Fecha de consulta: noviembre de 2017

BOOTH, A. D. (1967) . A "law" of occurrences for words of lowfrequency. En: *Information and Control* 10: 386-93

BRADFORD, S. C. (1934). Sources of information on specific subjeets. En: *Engineering* 137:85-6

BROWN, B; HANSON, M; LIVERMAN, D; MERIDETH, R. (1987) Global sustainability: toward definition. En: *Environmental Management* 11(6): 713-719

CABEZAS, H. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.aiche.org/community/bio/heriberto-cabezas

Fecha de consulta: noviembre de 2017

CALDEIRA, Paulo da Terra (1975) Processo de crecimento epidemiológico aplicado á literatura brasileira de doenca de Chagas. En: *Ci. Inf., Río de Janeiro* 4(1): 5-16

CHEN, B. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://bnu.academia.edu/BinChen/CurriculumVitae

Fecha de consulta: noviembre de 2017

COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO (1987). Nuestro futuro común. Madrid: Alianza.

COSTANZA, R. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://crawford.anu.edu.au/academic

Fecha de consulta: noviembre de 2017

CHRISTAKIS, NA. y FOWLER, JH. (2007) The spread of obesity in a large social network over 32 years. En: *New England Journal of Medicine* (357): 370-379

CHRISTAKIS, NA. y FOWLER, JH. (2008) The collective dynamics of smoking in a large social network. En: *New England Journal of Medicine* (358): 2249-2258

CSIC (2017) Ranking de Universidades. Recuperado de: http://www.webometrics.info/es

Fecha de consulta: diciembre de 2017

DEWULF, J. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.superw.ugent.be/content/jo-dewulf

Fecha de consulta: noviembre de 2017

DIAMOND, AM. (1988) The polywater episode and the appraisal of theories. En: DONOVAN, A. et al (eds) Scrutinizing Science. Massachusetts: Kluwer. pp. 181-198

ELKINGTON, JOHN (1998). Cannibals with forks: The triple bottom line

of 21st century business. British Columbia: New Society.

ENGELS, F. (1961) Dialéctica de la naturaleza. México D.F.: Grijalbo.

ESTADOS UNIDOS. Universidad de Arizona (2017) School of Sustainability. Recuperado de: www.schoolofsustainability.asu.edu

Fecha de consulta: 01/11/2017

FILIPPO, D. de y FERNÁNDEZ, M.T. (2002) Bibliometría: importancia de los indicadores bibliométricos. Recuperado de: www.ricyt.org/manuales/doc_view

Fecha de consulta: 27/10/2017

FOLADORI, G y PIERRI, N. (2005) Sustentabilidad? Desacuerdos sobre desarrollo sustentable. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

FOLKE, C. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://www.stockholmresilience.org/contact-us/staff/2008-01-15-folke.html

Fecha de consulta: noviembre de 2017

FOWLER, JH. y CHRISTAKIS, NA. (2008) Dynamic spread of happiness in a large social network: longitudinal analysis over 20 years in the Framingham Heart Study. En: *British Medical Journal* 337 (2338): 1-9

GARFIELD, E. (1980) The epidemiology of knowledge and the spread of scientific information En: *Essays of an Information Scientist*, 4 : 586-591

GARVEY, W (1979) Communication: the essence of science. Oxford: Pergamon Press.

GIAMPIETRO, M. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Mario_Giampietro

Fecha de consulta: noviembre de 2017

GIANNETTI, BF. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://bv.fapesp.br/en/pesquisador/2244/biagio-fernando-giannetti/

Fecha de consulta: noviembre de 2017

GOFFMAN, WILLIAM (1965) An epidemic process in an open population. En: *Nature* (4973): 831-832

GOFFMAN, WILLIAM (1966) Mathematical approach to the spread of scientific ideas – The history of mast cell research. En: *Nature* (5061): 449-452

GOFFMAN, WILLIAM (1971). A Mathematical Method for Analyzing the Growth of a Scientific Discipline. En: *Journal of the Association for Computing Machinery* 18(3): 173-185

GOFFMAN, WILLIAM y NEWILL, VAUN A. (1964) Generalization of epidemic theory: an application to the transmission of ideas En: *Nature* (4953): 225-228

GOFFMAN, WILLIAM y NEWILL, VAUN A. (1967) Communication and epidemic processes. En: *Proceedings of the Royal Society of London A* 298: 316-334

GOODLAND, R. (1995) The concept of environment sustainability. En: *Annual Review of Ecology and Systematics* (26): 1-24

GRUHL, D, GUHA, R, LIBEN-NOWELL, D y TOMKINS, A (2004) Information diffussion through blogspace. En: Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web, Nueva York. pp. 491-201

HABERL, H. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.aau.at/soziale-oekologie/team/haberl-helmut/

Fecha de consulta: noviembre de 2017

HARRIS, J.M. (2000). Basic Principles of Sustainable Development. Medford: Tufts University. 26p.

HUANG, W, COOKE, KL, CASTILLO-CHAVEZ, C (1992) Stability and bifurcation for a multiple-group model for the dynamics of HIV/AIDS transmission. En: *SIAM Journal of Applied Mathematics* 52(3): 835-854

HUISINGH, D. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.scirp.org/journal/DetailedInforOfEditorialBoard.aspx?personID=7266

Fecha de consulta: noviembre de 2017

HUREWICZ, Witold (1958) Lectures on ordinary differential equations. Cambridge: MIT

IDROVO, Alvaro Javier (2000) Epidemias, endemias y conglomerados: conceptos básicos. En: *Rev. De la Facultad de Medicina* 48 2): 175-180

JAPÓN. Universidad de Tokio (2017) Graduate program in Sustainability Science. Recuperado de: www.k.u-tokyo.ac.jp Fecha de consulta: 01/11/2017

JIMÉNEZ- CONTRERAS, E. (2000) Los métodos bibliométricos. Aplicaciones y estado de la cuestión. En: *Cuadernos de documentación multimedia* (10): 757-771

KELLY, M. (2016) Using hermeneutics to inform bibliometric research: A mixed methods approach. En: *Qualitative and Quantitative Methods in Libraries (QQML)* 5: 627-641

KERMACK, W.O., MCKENDRICK, A.G (1927) A contribution to the mathematical theory of epidemics. En: *Proc. R. Soc. Lond. A* 115, 700–721

KHELIL, A, BECKER, C, TIAN, J Y ROTHERME, K. (2002) An epidemic model for information diffusion in MANETs . En: *MSWiM*: 1-7

KRAUSMANN, F. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://theconversation.com/profiles/fridolin-krausmann-339966

Fecha de consulta: noviembre de 2017

LATCHINIAN, ARAMIS (2010). Globotomía. Del ambientalismo mediático a la burocracia ambiental. Montevideo: Puntocero. 254 p.

LERMAN, K y GHOSH, R. (2010) Information Contagion: an Empirical Study of the Spread of News on Digg and Twitter Social Networks. En: Proceedings of the Fourth International Advancement of Artificial Intelligence Conference on Weblogs and Social Media

LÓPEZ, V.M. (2006) Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.

LOTKA, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. En: *Journal of the Washington Academy of Science* 16 (12) :317-23

LOZANO, R. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://www.see.leeds.ac.uk/people/r.lozano

Fecha de consulta: noviembre de 2017

MACÍAS-CHAPULA, CA (1998) Papel de la informetría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. Trabajo presentado en: Seminario sobre Evaluación de la Producción Científica, realizado en São Paulo por el Proyecto SciELO del 4 al 6 de

marzo de 1998. pp. 35-41

MARZI, G; RIALTI, R; DABIC, M y CAPUTO, A. (2017) A Mixed Methods Bibliometric Investigation of the World Review of Entrepreneurship,Management and Sustainable Development. En: World Review of Entrepreneurship Management and Sustainable Development. pp. 1-15

MEIRA CARTEA, PA. (2013) Problemas ambientales globales y educación ambiental. En: Revista Integra Educativa 6 (3): 1-20

MENZEL, H y KATZ, E (1955) Social Relations and Innovation in the Medical Profession: The Epidemiology of a New Drug. En: *Public Opinion Quarterly*, 19 (4)

MIKHAILOV, A. et al (1984) Scientific Communications and Informatics. Arlington: Information Resources Press

MILNER-GULLAND, EJ. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://site2corp.co.uk/eleanor-jane-milner-gulland

Fecha de consulta: noviembre de 2017

NACIONES UNIDAS (2014) El camino hacia la dignidad para 2030: acabar con la pobreza y transformar vidas protegiendo el planeta. Informe de síntesis del Secretario General sobre la agenda de desarrollo sostenible después de 2015.

NAREDO, J. M. (2004) Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. En: *Cuadernos de investigación urbanística* (41) : 7-18

NIJKAMP, P. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://feweb.vu.nl/en/departments-and-institutes/spatial-economics/staff/p-nijkamp/index.aspx

Fecha de consulta: noviembre de 2017

OLIVEIRA, Silas Marques de (1984) Estudo do comportamento da literatura brasileira de teologia adventista: análise de crescimento epidêmico. En: *Ci. Inf.*, 13(1): 25-52

OLIVEIRA, Silas Marques de (1984) Processo epidémico e processo de comunicacao. En: *Rev. Bibliotecon. Brasilia,* 12(2): 281-290

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2001) El control de las enfermedades transmisibles. Washington, OPS.

PARDO, I. (2011) Innovaciones en diseños de investigación y criterios “bilingües” de validez. En: *Revista de Estudios Sociológicos* 29 (87) : 899-923

PRICE, D. DeSOLLA (1963). Little Science, Big Science. New York:Columbia University Press.

PRIEM, J. y HEMMINGER, B.M. (2010). Scientometrics 2.0: Toward new metrics of scholarly impact on the social web. En: *First Monday*, 15(7-5). Consultado en: http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/ fm/article/view/2874/2570.

PRITCHARD, A. (1969) Statistical bibliography or Bibliometrics?. En: *Journal of Documentation* 25 (4) : 348-369

RAPOPORT, A. (1953) Spread of information through a population with socio-structural bias: I. Assumption of transitivity. En: *Bulletin of Mathematical biophysics* (15) : 523-533

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2006) Diccionario de la Real Academia Española. Madrid: Espasa Calpe.

REDDINGIUS, J. (1970) Notes on the matematical theory of epidemics. En: *Acta Biotheoretica* 20 (3-4) : 125-157

RITTER ORTIZ, W y PEREZ ESPINO, TE. (2012) Qué son los sistemas dinámicos no lineales? México D.F.: Centro de Ciencias de la Atmósfera.

Recuperado de: rcci.net/globalizacion

Fecha de consulta: noviembre de 2017

ROGERS, E M. (1962) Diffussion of innovations. New York: Free Press, 550 p.

SANZ CASADO, E. (2000) Proyecto docente para la provisión de una plaza de Catedrático de Universidad sobre Bibliometría. Citado en: ORTIZ, L. (2003) Estudio bibliométrico de la producción científica de autores pertenecientes a instituciones puertorriqueñas en el Science Citation Index durante el período 1980-1998. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Carlos III.

SCHMITHUSEN, F. (2013) Three hundred years of applied sustainability in forestry. En: *Unasylva* 64: 3-11

SCHOLZ, RW. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.usys.ethz.ch/en/people/profile.html?persid=78860

Fecha de consulta: noviembre de 2017

SCIANDRO, J. (2010). Algunos apuntes sobre el nuevo marco legal del ordenamiento territorial vigente em Uruguay. Fórum de direito urbano e ambiental.

SPINAK, E. (1996) Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría. Caracas: UNESCO.

TABAH, Albert (1990) Chaotic structures in informetrics. En: *Informetrics* 89-90: 281-289

TABAH, Albert (1992) Nonlinear dynamics and the gowth of literature. En: *Information Processing & Management* 28(1): 61-73

TALEB, N. (2007) El cisne negro: el impacto de lo altamente improbable. Barcelona: Paidós.

TOROK, M (2001) Curvas epidémicas. En: *Focus on field epidemiology* 1(5): 1-7

TROITIÑO, M (2006) Ordenación del territorio y desarrollo territorial: la construcción de las geografías del futuro. En: Cuadernos de Geografía 7(14): 17-68

ULGIATI, S. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://www.utu.fi/en/units/euforie/partners/pun/Pages/home.aspx

Fecha de consulta: noviembre de 2017

UNESCO (2006) Decenio de las Naciones Unidas de la Educación con miras al Desarrollo Sostenible (2005-2014) : Plan de aplicación internacional. Francia: UNESCO. 36 p

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R y RESTREPO ARANGO, C (2013) La bibliometría, informetría y cienciometría en el Brasil. Conferencia realizada en XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciencia da Informacao

URBIZAGÁSTEGUI ALVARADO, R y SUÁREZ, J. (2008) La teoría epidémica en la literatura sobre la Ley de Lotka. En: *Investigación Bibliotecológica*, 22 (46): 91-111

URIBARRI, Salvador, RODRÍGUEZ MEZA, Mario y CERVANTES COTA, Jorge. (2014) Las matemáticas de las epidemias: caso México 2009 y otros. En: *Ciencia ergo-sum* 20(3): 238-246

URUGUAY (2008) Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. Montevideo: MVOTMA, 2008. 54 p. Disponible en: http://www.impo.com.uy/bases/leyes/18308-2008

US NATIONAL CENTER FOR EDUCATION STATISTICS (1993) 120 years of american education: a statistical portrait. Washington: U.S. Department of Education

VAN DEN BULTE, C y LILIEN, G.L. (2001) Medical Innovation Revisited: Social Contagion versus Marketing Effort. En: *American Journal of Sociology* 106 (5): 1409–1435

VÁZQUEZ ARGOTE, K; MONZÓN PÉREZ, M y HERNÁNDEZ CÁCERES, JL. (2007) Modelo SIR para epidemias: persistencia en el tiempo y nuevos retos en la era de la información y las pandemias. En: Revista cubana de Informática Médica 7(2): 1-6

WASSEM, N; KOTA, S (2017) Sustainability definitions: an analysis. En: *Research into design for communities* 2: 361-372

WORTHEN, D. B. (1973) The epidemic process and the contagion model. En: *Journal of the American Society for Information Science* : 343-346

WU, J. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://sols.asu.edu/people/jianguo-wu

Fecha de consulta: noviembre de 2017

YAN, K.K y GERSTEIN, M. (2011) The spread od scientific information: insights from the web usage statistics in PloS article-level metrics. En: *PloS ONE* 6(5): 1-7

YANG, ZF. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: http://env.bnu.edu.cn/english/people/faculty/14616.html

Fecha de consulta: noviembre de 2017

YULE, G., (1922) Some statistics of evolution and geographical distribution in plants and animals, and their significance. En: Nature (109): 177-179

ZHANG, X. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.hydropower.org/zhang-xiaoling

Fecha de consulta: noviembre de 2017

ZHANG, Y. (2017) Curriculum vitae. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Yan_Zhang238

Fecha de consulta: noviembre de 2017

ZIPF, G.K. (1949) Human behavior and the principie of least effort. Cambridge: Addison-Wesley

9 Anexos

- Cantidad de artículos por país

ESTADOS UNIDOS	3629	21,91 %
REINO UNIDO	1802	10,88 %
AUSTRALIA	1114	6,73 %
CHINA	968	5,84 %
CANADA	852	5,14 %
ALEMANIA	776	4,69 %
PAISES BAJOS	670	4,05 %
ITALIA	610	3,68 %
ESPAÑA	573	3,46 %
SUECIA	487	2,94 %
FRANCIA	352	2,13 %
BRASIL	312	1,88 %
SUIZA	280	1,69 %
INDIA	260	1,57 %
JAPON	238	1,44 %
TURQUIA	202	1,22 %
SUDAFRICA	200	1,21 %
NUEVA ZELANDA	190	1,15 %
AUSTRIA	186	1,12 %
BELGICA	183	1,10 %
PORTUGAL	178	1,07 %
GRECIA	170	1,03 %
DINAMARCA	166	1,00 %

FINLANDIA	161	0,97 %
NORUEGA	154	0,93 %
TAIWAN	132	0,80 %
MALASIA	130	0,78 %
MEXICO	115	0,69 %
COREA DEL SUR	99	0,60 %
RUMANIA	95	0,57 %
ARGENTINA	75	0,45 %
IRAN	70	0,42 %
ISRAEL	70	0,42 %
TAILANDIA	68	0,41 %
SINGAPUR	61	0,37 %
POLONIA	56	0,34 %
CHILE	51	0,31 %
HUNGRIA	45	0,27 %
KENIA	44	0,27 %
FILIPINAS	42	0,25 %
INDONESIA	39	0,24 %
ESLOVENIA	28	0,17 %
RUSIA	28	0,17 %
SERBIA	27	0,16 %
COLOMBIA	24	0,14 %
NIGERIA	23	0,14 %
EGIPTO	22	0,13 %
ARABIA SAUDITA	21	0,13 %
LITUANIA	21	0,13 %
TANZANIA	20	0,12 %

GHANA	19	0,11 %
REPUBLICA CHECA	19	0,11 %
BANGLADESH	17	0,10 %
VENEZUELA	17	0,10 %
ETIOPIA	16	0,10 %
CROACIA	15	0,09 %
ESLOVAQUIA	14	0,08 %
ISLANDIA	14	0,08 %
COSTA RICA	13	0,08 %
LUXEMBURGO	13	0,08 %
PAKISTAN	13	0,08 %
SRI LANKA	13	0,08 %
UGANDA	13	0,08 %
CHIPRE	12	0,07 %
EMIRATOS ARABES	12	0,07 %
TUNEZ	11	0,07 %
MALAWI	10	0,06 %
BOTSWANA	9	0,05 %
CAMERUN	9	0,05 %
JORDANIA	9	0,05 %
NEPAL	8	0,05 %
PERU	7	0,04 %
BULGARIA	6	0,04 %
CUBA	6	0,04 %
KUWAIT	6	0,04 %
LETONIA	6	0,04 %
LIBANO	6	0,04 %

MARRUECOS	6	0,04 %
NUEVA CALEDONIA	6	0,04 %
ZIMBABWE	6	0,04 %
URUGUAY	5	0,03 %
VIETNAM	5	0,03 %
ALBANIA	4	0,02 %
ESTONIA	4	0,02 %
OMAN	4	0,02 %
ARGELIA	3	0,02 %
BOLIVIA	3	0,02 %
BOSNIA	3	0,02 %
BURKINA FASO	3	0,02 %
GUYANA FRANCESA	3	0,02 %
MALTA	3	0,02 %
MAURICIO	3	0,02 %
NAMIBIA	3	0,02 %
BAHRAIN	2	0,01 %
CAMBOYA	2	0,01 %
FIJI	2	0,01 %
GEORGIA	2	0,01 %
JAMAICA	2	0,01 %
KAZAJISTÁN	2	0,01 %
MADAGASCAR	2	0,01 %
NICARAGUA	2	0,01 %
PAPUA NUEVA GUINEA	2	0,01 %
RUANDA	2	0,01 %
SENEGAL	2	0,01 %

SIRIA	2	0,01 %
SUDAN	2	0,01 %
TRINIDAD Y TOBAGO	2	0,01 %
UCRANIA	2	0,01 %
ZAMBIA	2	0,01 %
ANDORRA	1	0,01 %
AZERBAIYÁN	1	0,01 %
BRUNEI	1	0,01 %
BUTAN	1	0,01 %
CATAR	1	0,01 %
CONGO	1	0,01 %
EL SALVADOR	1	0,01 %
GUADALUPE	1	0,01 %
GUYANA	1	0,01 %
HONDURAS	1	0,01 %
ISLAS SOLOMON	1	0,01 %
KIRGUIZISTÁN	1	0,01 %
LESOTO	1	0,01 %
MACEDONIA	1	0,01 %
MALI	1	0,01 %
MOLDOVA	1	0,01 %
MONGOLIA	1	0,01 %
MOZAMBIQUE	1	0,01 %
PALAOS	1	0,01 %
REPUBLICA DOMINICANA	1	0,01 %
SANTA LUCIA	1	0,01 %
SUAZILANDIA	1	0,01 %

SURINAM	1	0,01 %
TOGO	1	0,01 %
VANUATU	1	0,01 %

- Artículos de sustentabilidad por tema

Environmental Sciences & Ecology	16543
Engineering	3059
Science & Technology - Other Topics	2844
Business & Economics	1420
Urban Studies	1316
Biodiversity & Conservation	941
Water Resources	861
Geography	833
Agriculture	697
Physical Geography	594
Energy & Fuels	517
Public Administration	515
Marine & Freshwater Biology	371
Geology	315
Social Sciences - Other Topics	302
International Relations	233
Meteorology & Atmospheric Sciences	222
Sociology	203
Government & Law	158
Education & Educational Research	146
Architecture	114

Computer Science	110
Public, Environmental & Occupational Health	101
Chemistry	88
Anthropology	85
Transportation	83
History & Philosophy of Science	81
Plant Sciences	78
Forestry	74
Evolutionary Biology	72
Toxicology	63
Zoology	59
Psychology	54
Demography	44
Oceanography	37
Mathematics	33
Biotechnology & Applied Microbiology	29
Remote Sensing	29
Communication	28
Genetics & Heredity	26
Life Sciences & Biomedicine - Other Topics	23
Imaging Science & Photographic Technology	21
History	20
Microbiology	16
Operations Research & Management Science	16
Biochemistry & Molecular Biology	11
Fisheries	7

Mining & Mineral Processing	6
Physiology	5
Astronomy & Astrophysics	4
Nuclear Science & Technology	4
Radiology, Nuclear Medicine & Medical Imaging	4
Mechanics	3
Biophysics	2
Entomology	2
Mathematical & Computational Biology	2
SC Engineering	2
Behavioral Sciences	1
Construction & Building Technology	1
Ethics	1
Food Science & Technology	1
General & Internal Medicine	1
Multidisciplinary	1
Nutrition & Dietetics	1
Oncology	1
Veterinary Sciences	1