

Antrópica

Revista de Ciencias Sociales y Humanidades



FACULTAD DE CIENCIAS ANTROPOLÓGICAS UADY

BLISSA



Los retos para la sostenibilidad urbana en el contexto del antropoceno

Challenges for urban sustainability in the context of the anthropocene

María Marlene Acosta Jiménez Alquimia Social, A. C. (México)

María de la Luz Valderrábano-Almegua Instituto Politécnico Nacional (México)

Pedro Joaquín Gutiérrez-Yurrita Instituto Politécnico Nacional (México)

Jaime Castro-Campos Instituto Politécnico Nacional (México)

<http://orcid.org/0000-0003-2156-7412>

<https://orcid.org/0000-0002-3227-9750>

<https://orcid.org/0000-0003-3287-9008>

<https://orcid.org/0000-0002-7885-8803>

marleneacostajimenez@gmail.com

mvalderrabano@ipn.mx

pedro_joaquin_gutierrez@yahoo.com.mx

jcastroc60@gmail.com

Recibido: 21 de julio de 2019

Aprobado: 1 de diciembre de 2020

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar datos que muestran que la actividad humana es la indicadora de las directrices de cambio en el planeta. Para ello, se realizó un análisis crítico, con bases hermenéuticas de la literatura, apoyada con una revisión estadística de los datos que revelan cambios planetarios vinculados al proceso urbano, ubicándolo en el contexto de una nueva edad geológica: el antropoceno. Como resultado, se encuentran elementos que permiten establecer coincidencias entre el desarrollo económico, las “olas de urbanización” y el intervalo de tiempo en los que se presentan cambios sustanciales en la Tierra, que coinciden con la fecha que se ha marcado para el inicio del antropoceno. Una de las limitaciones para el análisis lo constituye la dificultad para obtener datos que muestren los cambios a nivel planetario de forma integral, por lo que se tiene que construir esa perspectiva. Precisamente, ese es el valor de este trabajo, ya que se orienta no solo hacia un análisis de los cambios, también presenta las alternativas que se han formulado a través de las agendas verde, blanca, gris, café y por el enfoque del techo ambiental. En las conclusiones, se apunta que el concepto de antropoceno, más allá de su aceptación para designar una edad geológica, es de utilidad para agrupar riesgos y puntos de inflexión desde una perspectiva integral, y sobre esa base, desarrollar las alternativas para respetar los límites planetarios y ubicarnos como humanidad bajo el techo ambiental.

Palabras clave: antropoceno, sustentabilidad urbana, techo ambiental, proceso urbano

Abstract

The objective of this work is to present data that show that human activity is the indicator of the guidelines for change on the planet. For this, a critical analysis was carried out, with hermeneutical bases of the literature, supported by a statistical review of the data that reveal planetary changes linked to the urban process, placing it in the context of a new geological age: The Anthropocene. As a result, there are elements that allow establishing coincidences between economic development, the “waves of urbanization” and the time interval in which substantial changes occur on the Earth, which coincide with the date that has been marked for the beginning of Anthropocene. One of the limitations for the analysis is the difficulty in obtaining data that shows the changes at the planetary level in an integral way, so this perspective has to be constructed. Precisely, that is the value of this work, since it is oriented not only towards an analysis of the changes, it also presents the alternatives that have been formulated through the green, white, grey and brown agendas as well as the environmental ceiling perspective. In the conclusions, it is pointed out that the concept of Anthropocene, beyond its acceptance to designate a geological age, is useful for grouping risks and turning points from an integral perspective, and on that basis, developing alternatives to respect the limits planetary, and place ourselves as humanity under the environmental ceiling.

Key words: Anthropocene, Urban sustainability, Environmental ceiling, Urban process.

Introducción

A partir de 1950 diferentes problemas ambientales han adquirido magnitudes colosales y esto ha conducido a que algunos científicos planteen que estamos muy cerca de sobrepasar los límites planetarios (Ehrlich & Ehrlich, 2009; Commoner, 2014). Dicha idea está acompañada de evidencias que han llevado a plantear que las actividades humanas están transformando el planeta de manera más rápida e intensa que la misma fuerza de evolución biológica y geológica, a tal grado que ahora hay más gente habitando ciudades que paisajes naturales (Seitzinger *et al.*, 2012). Tal es la relevancia y fuerza de cohesión que tienen entre sí las asociaciones económico-sociales en materia ambiental, por ejemplo: demografía humana, sostenibilidad, límites de la naturaleza, industrialización, contaminación y desastres naturales, que se ha acuñado un nuevo nombre para denominar este tiempo: antropoceno (Crutzen & Stoermer, 2000).

El avance del trabajo científico sobre el antropoceno tiene una relación muy estrecha con los resultados de la Primera Cumbre de la Tierra (Estocolmo 1972) y la Cumbre del Desarrollo Sostenible (Nueva York 2015), puesto que, cambia la forma de pensar acerca de los impactos que tiene la organización socioeconómica de las sociedades humanas sobre el medio ambiente para proponer un actuar diferente (Gutiérrez-Yurrita, 2017). Con la Cumbre de Estocolmo surge extraoficialmente el antropoceno como un concepto que indica la actividad humana como marca de las directrices de cambio en el planeta: un cambio abrupto que nació en la primera gran Revolución Industrial de los siglos XVIII-XIX, que creció con la Revolución Verde de mediados del siglo XX y se consolida con el advenimiento de la economía verde de principios del siglo XXI.

Desde este panorama de la cultura del mundo se analiza el desarrollo urbano, ubicando cronológicamente aspectos relevantes como los elementos para establecer coincidencias entre el desarrollo económico, el proceso urbano y el intervalo de tiempo en los que se ubica un cambio sustancial en el planeta que coinciden con la fecha que se ha propuesto para inicio del antropoceno. Así, con el propósito de analizar el proceso de desarrollo urbano en el marco del antropoceno, se ofrece un marco conceptual que reúne datos sobre fechas y factores que han llevado a un ecólogo de diatomeas dulceacuícolas (Eugene F. Stoermer) y a un químico atmosférico (Paul Jozef Crutzen) a proponer una nueva época geológica; posteriormente, se presenta información sobre el proceso urbano a nivel mundial, así como datos sobre los problemas ambientales en ese contexto. Luego, se aborda el enfoque del techo ambiental y los límites planetarios para sugerir que pueden representar una guía hacia la sostenibilidad urbana. En el último apartado se destacan algunos aspectos que se deben tomar en consideración para llevar a cabo un análisis integrado de la urbanización y el antropoceno en el que se enfatiza la necesidad de profundizar en la reflexión de las posibilidades para



que los actores que lideran y se benefician de los procesos económicos realmente participen de un proceso hacia la sostenibilidad sujetándose a los límites planetarios. En resumen, se trata de presentar datos que, sin provenir de la estratigrafía, muestran la rapidez de los cambios vinculados al proceso urbano que han tenido lugar a partir de la llamada “Gran Aceleración” y coinciden con la fecha que se ha establecido para el inicio del antropoceno.

Marco conceptual del antropoceno

La creación de una medida geocronológica con prefijos que denotan la influencia de lo humano sobre la Tierra no es nueva, pues, se ha intentado desde hace dos siglos. Stoppani (1873) la llamó era *Antropozoica* para resaltar la importancia que ha tenido el hombre en la transformación de la naturaleza. Asimismo, Le Conte (1883) denominó al reino de la mente *Psicozoico* y otorgó más poder a la razón que a las actividades físicas transformadoras del planeta como lo hizo el italiano Stoppani (Rull, 2017). Pavlov llamó a nuestra civilización *Antropógeno*, dada la terminación *geno* (periodo geológico), ya que, intuía que la aparición de los homínidos sería lo que marcara el inicio del periodo; la duración de este último sería casi la misma que la del cuaternario (2.5 millones de años), aunque la mayoría de los periodos duran entre 30 y 80 millones de años (el período está comprendido entre la era y la época geológica). Por último, Teilhard de Chardin, Édouard Le Roy y Vladimir Vernardsky (1924) hicieron conocido el término *Noösfera* para caracterizar nuestra época y, más tarde, el mismo Vernardsky (1929) acuñó el término *Biosfera* para nombrar la parte atmosférica de la tierra en donde se combinan los fenómenos de la vida con los de la geofísica (Méndez, 2001).

Cuando se habla de antropoceno, el problema planteado por diversos científicos de la geología no estriba en el concepto, sino en que se desea coligar nuestro modo industrial de producción y modelo socio-económico consumista a un tema de la geología basado en la estratigrafía con evidencias geológicas, biológicas y evolutivas bien arraigadas (Autin y Holbrook, 2012; Rull, 2017). El artículo original de Stoermer y Crutzen únicamente propone el término *Antropoceno* para la época geológica actual debido a que son las actividades humanas el mayor efecto modelador del planeta actualmente. No se trata de un artículo pretencioso de la geología, sino una carta dirigida al Programa Internacional Biosfera-Geosfera para alertarnos sobre las repercusiones que a nivel planetario tienen nuestras acciones irresponsables (Riese, 2013). Sin embargo, los geólogos inmediatamente aclararon que el antropoceno no es una época geológica oficial, pero se ha insistido para que se reconozca como *edad* o *piso geológico* con la terminología adecuada, por ejemplo: *Antropoiense*, *Antropociense* o *Antroposciense*. La taxonomía y nomenclatura de los términos geológicos, como los biológicos, debe ser precisa y clara, así como con mucha evidencia sólida.



Como parte de los antecedentes que dan pie a la formulación del concepto de antropoceno, desde diversas disciplinas se ha señalado el impacto que las actividades humanas tienen en la geosfera. En 1864 George Perkins Marsh en su libro *Man and Nature* señaló la influencia de los seres humanos sobre el ambiente. En 1945 Vladimir I. Vernadsky, Teilhard de Chardin y Le Roy plantearon que los seres humanos (una capa pensante asociada con la tecnología) constituyen una fuerza geológica que interviene en la transformación de la biosfera.

Teniendo como eje central la geografía, en 1955 se organizó el Simposio *Man's role in changing the face of the earth* en el que se abordó el tema de los cambios producidos por los seres humanos en la Tierra. En 1972, se publicó *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad* en el que esta organización no gubernamental señala que el planeta Tierra es espacialmente limitado para sostener un consumo ilimitado de recursos y de energía (Capel, 2003; Steffeny *et al.*, 2011; Ayestarán, 2012).

De esta forma, sobre la base de estos y otros aportes, a principios de los 1980, Stoermer propuso crear un nuevo término para caracterizar nuestra época: *antropoceno*; sin embargo, no tuvo mayor repercusión. No obstante, años más tarde, en conjunto con Crutzen escribió un pequeño artículo de menos de dos páginas que rápidamente se popularizó. Estos autores utilizan el término antropoceno para señalar que la humanidad se encuentra en una nueva época geológica caracterizada por la expansión demográfica y los elevados niveles de explotación *per cápita* de los recursos de la Tierra; utilizan el término para señalar la gravedad del impacto de las actividades humanas en la geología y la ecología en distintas escalas.

Así, desde el año 2000 ha estado en discusión la aceptación no solo de la denominación, sino del reconocimiento de las actividades humanas como una fuerza similar al de las “grandes fuerzas naturales” con capacidad para transformar la geosfera. Lo que en consecuencia conlleva a cuestionar sobre la fecha de cambio del holoceno al antropoceno y sobre cuáles serían los indicadores para establecer la datación del cambio y para ello se ha recurrido al análisis de los registros estratigráficos (Veland y Lynch, 2016). La definición de una época geológica conlleva registro estratigráfico que permita ver una tendencia o un cambio de las condiciones ecológicas medias del planeta fijadas en las rocas formadas durante un tiempo determinado, ya que se trata de una unidad geocronológica. Varios estudios cuestionan que aunque en los estratos superiores de ciertos lagos se encuentran vestigios de actividades humanas, estos no son suficientes para definir una época, ni para datar los cambios iniciales (Alonso Nugent, 2020); el *estratotipo*, por lo tanto, sigue sin definición (Crutzen, 2002; Autin y Holbrook, 2012; Rull, 2017).



Sin embargo, los estudios sobre el impacto de la huella antropogénica en el planeta y su relación con las crisis ambientales, cada vez más frecuentes e intensas, han continuado. Algunos investigadores ubican la existencia de un período temprano de la huella antropogénica durante el inicio de la agricultura y el pastoreo porque implicó deforestación. Otros estudiosos han señalado que fue con la revolución industrial cuando dio inicio porque durante este proceso se modificó la extensión territorial dedicada a la agricultura, además de que se incrementó el consumo de materias primas para la producción. Por último, el Grupo de Trabajo del Antropoceno ubica la década de los 50 (del siglo XX) como la etapa en que se inició el antropoceno, ya que esto se refleja en parte en la rápida degradación ambiental que tiene lugar en diversos ámbitos, así como cambios en el uso de suelo, consumo de agua dulce y pérdida de biodiversidad.

Las transformaciones derivadas de las primeras actividades de la agricultura y ganadería, así como las emanadas de la revolución industrial, de acuerdo con los estudios estratigráficos, muestran señales diacrónicas, por lo que no es posible hablar de una nueva época geológica a partir de estas actividades. En cambio, de acuerdo con el Grupo de Trabajo del Antropoceno, a partir de la llamada Gran Aceleración –ubicada aproximadamente en 1950- es posible encontrar señales estratigráficas sincrónicas que permiten sugerir el cambio del holoceno al antropoceno. Estas señales son las producidas a partir del inicio de la era nuclear, conocido como periodo atómico (comenzando en 1946 como resultado de la explosión de la bomba Trinity), se refieren a la dispersión de radionucleidos artificiales, precisamente en el año de 1952 cuando se encuentran distribuidos a nivel planetario (Crutzen & Stoermer, 2000; Cearreta, 2015; Zalasiewicz, *et al.*, 2015; Rull, 2017; Steffen, Grinevald, Crutzen & McNeill, 2017).

El Grupo de Trabajo del Antropoceno, desde 2009, busca evidencias para que la Comisión Internacional de Estratigrafía (que a su vez es un subcomité de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas) acepte formalizar el antropoceno como una nueva época geológica (Steffen, 2011; Cearreta, 2015; Zalasiewicz, Williams, Haywood, & Ellis, 2017). En el 35° Congreso Geológico Internacional realizado del 27 de agosto al 4 de septiembre del 2016, el Grupo de Trabajo del Antropoceno presentó un informe sobre el antropoceno. En ese documento se acepta que el concepto puede referirse a un fenómeno que tiene una escala suficiente para considerarlo dentro de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional como una nueva época/serie, pero que no es fácil diferenciarlo del holoceno, por lo que indican que hace falta más trabajo experimental y teórico.

El Grupo de Trabajo del Antropoceno ha concluido que el cambio aún no se puede formalizar porque es necesario seleccionar localidades (estratotipos) para llevar a cabo un muestreo y análisis adicionales como parte del proceso de formalización del antropoceno como nueva época geológica (Cearreta, 2016).



Los elementos propuestos para determinar su formalización incluyen las señales estratigráficas de radionucleidos; también se ha propuesto considerar los llamados tecnofósiles como bolígrafos, teléfonos celulares y cepillos dentales (Cearreta, 2015).

Además, se ha considerado la posibilidad de utilizar los residuos plásticos como indicadores estratigráficos debido a que se encuentran presentes en número suficiente en espacios marinos y terrestres en diversas partes del mundo, aunque no puedan considerarse marcadores primarios para definir el antropoceno (Zalasiewicz, Waters, Ivar Do Sul *et al.*, 2016). A partir de este panorama, se puede considerar por el momento al antropoceno como un concepto popular *-buzzword-*, con su referente principal en el desarrollo económico y sus consecuencias en el ambiente. Aunque, no se debe perder de vista que el 21 de mayo del 2019, el Grupo de trabajo del Antropoceno realizó una votación vinculante, por mayoría, para considerar que el antropoceno puede tratarse como una unidad cronoestratigráfica formal y que las bases estratigráficas para establecer el antropoceno se ubican en la mitad del siglo XX (Subcommission on Quaternary Stratigraphy, 2019).

Tomando esto como base, el objetivo del trabajo es presentar datos que muestran que la actividad humana es la que marca las directrices de cambio en el planeta y que los cambios más profundos tienen relación con el proceso urbano que se presenta a partir de la segunda mitad del siglo XX, proceso que coincide con el periodo que se propone para reconocer una nueva edad geológica: el antropoceno.

Método y técnicas de trabajo

El desarrollo de este estudio se fundamentó en un trabajo de tipo documental de carácter mixto; se estableció como estrategia un análisis de tipo hermenéutico para los apartados cualitativos, el cual consistió en la recuperación de las fuentes documentales de mayor impacto en el tema y su sistematización y análisis se realizó a través de un análisis crítico. La parte cuantitativa partió de los datos estadísticos mundiales que sirvieron para alimentar un sistema de información que permitió analizar el proceso urbano en el contexto del antropoceno. Los datos obtenidos fueron organizados en un sistema de información de Excel con macros para poder vincular contenidos y con base en él. Con respecto al proceso urbano, el sistema de información generado permitió contar con los datos para formular una línea del tiempo de tres vías para ubicar, comparar y analizar: a) los momentos significativos del desarrollo urbano expresados en las llamadas “olas de urbanización”, b) ubicar las referencias temporales que se establecen para el inicio del antropoceno y c) señalar algunos fenómenos que tienen lugar dentro del proceso urbano como la concentración de población en ciudades, los cambios



en el uso del suelo, la huella ecológica o la aparición de las megaciudades. En este panorama se destaca la condición de México, país predominantemente urbano que enfrenta múltiples problemas ambientales.

Además de la información mencionada, se incorporó el enfoque de los límites planetarios con el propósito de presentar un panorama integral que incluya la visión de los problemas ambientales, así como una mirada sobre las líneas que pueden orientar las acciones de las sociedades humanas para llevar una vida socialmente más sostenible.

Resultados

Urbanización: ciudades y megaciudades

Desde 1950 la población en áreas rurales ha disminuido lentamente, contrario a lo que sucede con la población urbana que va en incremento constante (UNFPA, 2007). El mundo tiende a ser urbano cada vez con mayor celeridad. En el año de 1800 aproximadamente el 3% de la población mundial habitaba en ciudades, en 1900 la población urbana era menos del 10%. Para 1950 se calculaba que el 29% de la población mundial eran habitantes ciudadanos (McDonald *et al.*, 2013). Actualmente, de la población mundial calculada en 7,238 millones, entre el 53% y 54% habitan en zonas urbanas (Figura 1).

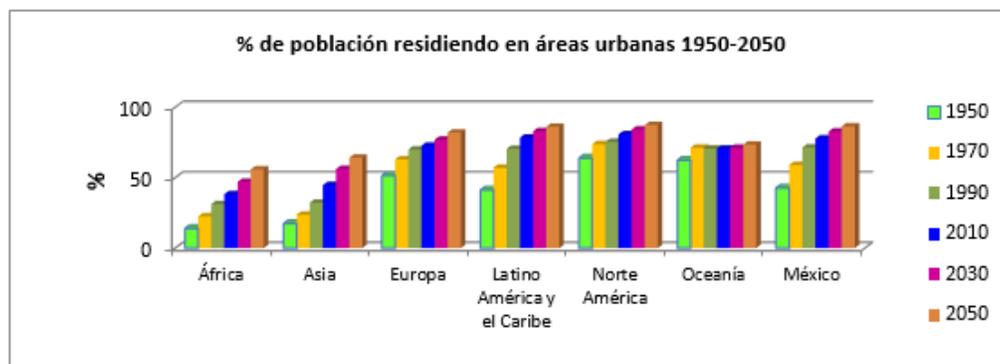


Figura 1. Porcentaje de población en áreas urbanas por región (1950-2050)¹

La ubicación temporal del crecimiento demográfico en ciudades ha llevado a plantear la existencia de “olas de urbanización”. La primera de ellas tuvo lugar en América del Norte y en Europa entre 1750 y 1950, lapso en el que la población urbana de estas regiones pasó del 10% al 52% (15 millones a 423 millones). La segunda ola de urbanización se inició en 1950 y abarcará hasta el año 2030

¹ Fuente: elaborado con base en United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, CD-ROM Edition. (<http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/>)



(UNFPA, 2007). Esta tiene lugar en los países que dentro de la asimetría y desigualdad de la economía-mundo son denominados periféricos por encontrarse en desventaja, lo que se refleja en características como bajos salarios para trabajadores, escaso desarrollo tecnológico o marginación social –entre estos países están los latinoamericanos– (Ramírez, 2008).

En la segunda ola de urbanización se prevé que la población urbana pasará de 309 a 3,900 millones, lo que equivale al 53% de la población total (UNFPA, 2007). Estos datos revelan que hay una escala temporal y espacial de la urbanización en las que se conjugan distintas dimensiones que se expresan en cada territorio y ciudad de manera específica (Fragkias, Güneralp, Seto, & Goodness, 2013). Por lo que el incremento de la población mundial tendrá lugar principalmente en las ciudades (Castaños, 2005).

En el año 2050 la población mundial llegará a un aproximado de 9 mil 300 millones de personas (UNFPA, 2011) con una sociedad eminentemente urbana (Castaños, 2005; Population Reference Bureau, 2014). Se prevé que este incremento será mayor en África y Asia (Castaños, 2005). Así, se puede sugerir que África será el continente que experimente la tercera ola urbana triplicando su población: en 2011 contaba con 1,000 millones de habitantes, pero durante el presente siglo superará en seis veces a la población de América Latina y el Caribe y en más de 15 veces el crecimiento poblacional de Asia. En contrapartida, para el 2020 el crecimiento poblacional de Europa se reducirá (UNFPA, 2011; NU, 2014).

Desde el siglo XX y lo que va del siglo XXI se han formulado distintas tipologías para referirse a las ciudades y sus especificidades, como las megaciudades, en las que el factor central de los procesos económicos y la innovación tecnológica-informacional es el conocimiento, elemento clave para la reorganización de procesos económicos caracterizados por la tercerización y desindustrialización (Micheli, 2010).

Inicialmente no existía un consenso sobre cuántas personas formaban una megaciudad. Así, en 1950 solo Nueva York y Tokio eran consideradas en esta categoría por contar con más de diez millones de habitantes (Sorensen & Okata, 2010; Sekovski *et al.*, 2012; Kraas & Mertins, 2014). Algunos de los elementos que dieron pie a las megaciudades están relacionados con la economía de escalas, las mejoras en la comunicación y en el transporte, las políticas de mercado de vivienda y cambios en el uso del suelo, así como la incorporación administrativa de territorios urbanizados (Lim, 2005; McDonald *et al.*, 2013; Kraas & Mertins, 2014).



A partir del criterio cuantitativo de considerar como megaciudades a las que tienen diez o más millones de habitantes (Sekovski *et al.*, 2012), se tiene que en 1975 existían solamente cuatro megaciudades en el mundo, pero en la década de los 90 el número ascendió a diez. Actualmente, hay 29 megaciudades que en total reúnen 453 millones de habitantes, esto es, uno de cada ocho habitantes urbanos. Para el año 2030 se prevé la existencia de 39 o 41 megaciudades en el mundo; la mayor parte de ellas se encontrará en los países periféricos, liderando estará Asia, seguida de América Latina y el Caribe (Siemens, 2007; Sorensen & Okata, 2010; UNFPA, 2011; Metrópolis 2011; NU, 2014). Aunado al incremento de megaciudades, resulta relevante reflexionar sobre la rapidez en que las ciudades han entrado en esta categoría. En la figura 2 se muestra una línea del tiempo marcando los hitos en la historia del crecimiento de las ciudades y la hipotética entrada del antropoceno, fechado a principios de los años 50.

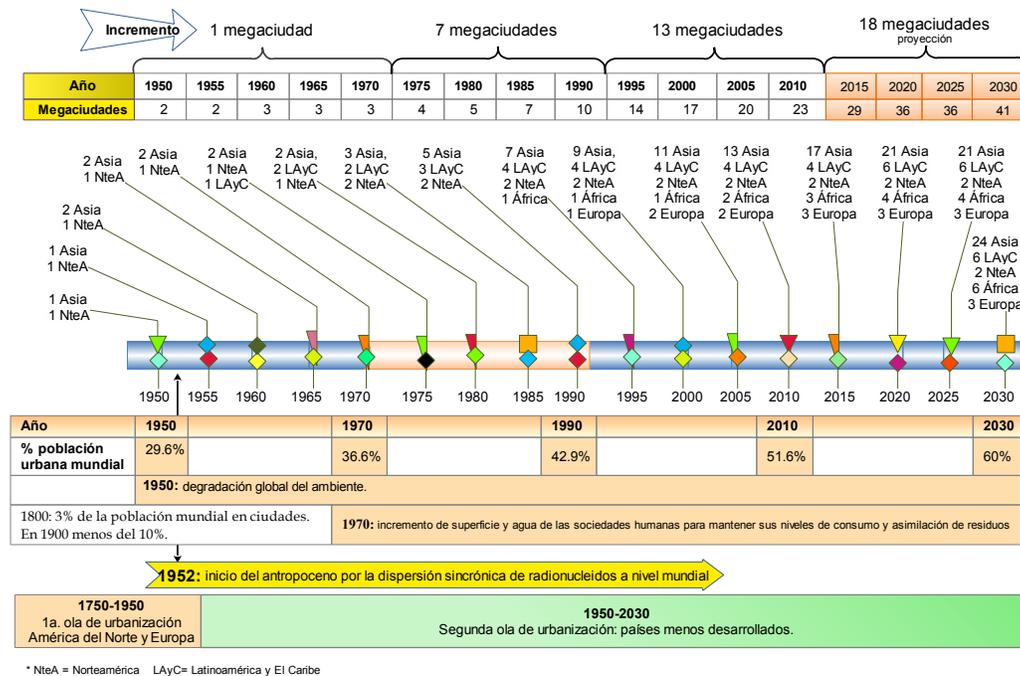


Figura 2: Línea del tiempo: urbanización, megaciudades y antropoceno²

Las siete agendas de la ciudad del futuro

La velocidad con la que se suman más ciudades a la categoría de megaciudad y los diferentes cambios que esto trae consigo ha llevado a que los gobiernos nacionales y locales enfrenten distintos retos en la administración pública de los bienes y servicios ambientales (NU, 2014). Debido a la rápida transición del ambiente

2 Elaborado con base en datos de United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, CD-ROM Edition. (<http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/>).



natural y rural al ambiente urbano, el desarrollo de las ciudades tiene por lo menos siete agendas secuenciales, pero imbricadas y vinculadas con los desafíos ambientales y de generación en riqueza que debe atender:

Agenda blanca: agenda global que relaciona el desarrollo de políticas específicas para cada ciudad con un modelo de gobierno colaborativo –gobernanza– (Hall & Pfeiffer, 2000).

Agenda café: relativa al manejo de residuos y suministro de agua (Sorensen & Okata, 2010).

Agenda gris: relacionada con la contaminación del aire y del agua (Sorensen & Okata, 2010).

Agenda verde: para la sostenibilidad de ecosistemas y sistemas de soporte (Sorensen & Okata, 2010).

Agenda índigo: relacionada con la movilidad de las personas, esencialmente del trabajo al hogar (Soto & Álvarez, 2012).

Agenda amarilla: temas de desarrollo de la ciudad con perspectiva de crecimiento de la misma a través de la financiación para prevenir desastres socio-ambientales –resiliencia urbana– (Brugmann, 2012).

Agenda magenta: vinculada con la generación de calor y su inminente ruta de disipación mediante diversas fuentes de energía hacia el exterior –ciudad región– (Gutiérrez-Yurrita, 2013).

Relación entre urbanización, deterioro ambiental y límites planetarios

El avance de la urbanización coincide con procesos de degradación global en el ambiente que incluyen un incremento en el consumo de recursos naturales, pérdida de hábitats y cambio en ecosistemas (McDonald *et al.*, 2013). También coinciden con el desabasto de recursos naturales en áreas rurales y cambios de uso de suelo natural y/o agrícola para utilizarlos como áreas de disposición final de residuos (Riera, 2013), ya que desde 1970 se han incrementado las cantidades de superficie, agua y abastecimiento de alimentos que necesitan las sociedades humanas para mantener sus niveles de consumo y asimilación de residuos generados, a tal grado que en un año la humanidad urbana demanda más de lo que el planeta puede generar en ese mismo periodo (UNFPA, 2011).

De acuerdo con Seto, Parnell y Elmqvist (2013) en el siglo XXI hay cinco tendencias urbanas interdependientes:



1. Expansión física de las áreas urbanas: más rápida que el incremento de la población urbana, primero en Norteamérica y Latinoamérica, después en Asia y posteriormente en África.
2. Modificación del clima local y regional: visible a través de islas urbanas de calor y la generación de contaminantes atmosféricos. Las islas de calor pueden propiciar nuevas variaciones hidrometeorológicas; la concentración de aerosoles y otras actividades humanas, pueden tener repercusiones en la producción primaria, así como en la modificación de las funciones de los ecosistemas.
3. Expansión del paisaje construido: se desarrolla bajo una perspectiva social, una mayor urbanización incrementará la demanda de los recursos naturales de forma concentrada en áreas pequeñas con alta densidad humana.
4. Rápido crecimiento de urbanización: esta tendencia tiene connotaciones ecológicas debido a que muchas ciudades tienden a crecer hacia donde están los paisajes naturales mejor conservados –áreas naturales protegidas–, y estéticos –zonas costeras–.
5. Las próximas expansiones urbanas tendrán lugar en zonas con capacidades limitadas, en lo económico e institucional: esta tendencia es de tinte económico debido a que las mejores áreas para vivir ya estarán ocupadas y las personas de menores recursos ocuparán los peores sitios, con mayor riesgo ambiental, lo que incrementará su condición de grupo vulnerable.

Respecto del cambio de uso del suelo, en el año 2000 la cobertura del suelo urbano estaba considerada en 60,5875.44 km² y en el 2050 es posible que se ubique en un intervalo comprendido entre 117,0574.63 y 318,1951.76 km² (Angel *et al.*, 2010). Podría haber más crecimiento del suelo urbano durante los primeros treinta años del siglo XXI que en el resto de la historia urbana del mundo. El crecimiento urbano al interior de cada país dependerá de las políticas de uso de suelo, de los costos de transporte y de los ingresos (Fragkias *et al.*, 2013). El incremento del suelo urbano se presentará en todas las regiones del mundo, pero las proyecciones prevén que hacia el 2050 será mayor en los países de economía periférica y, de acuerdo con distintos escenarios elaborados por *The Lincoln Institute of Land Policy*, será en África Subsahariana, así como en el sur y centro de Asia en donde se presentarán los mayores incrementos de cobertura urbana. En América Latina el incremento aún será significativo.



Por otra parte, en el siglo XX el consumo *per cápita* de materiales tuvo un incremento de 4.6 a 10.3 toneladas por año (McDonald *et al.*, 2013); este consumo tiene relación con la huella ecológica que las sociedades humanas dejan en el planeta Tierra.³ Los países con mayor ingreso tienen una huella ecológica más elevada. En el cuadro 1 se aprecia la huella ecológica por regiones. Estados Unidos y Canadá, así como Oceanía y Europa son los que tienen la mayor huella ecológica de consumo. México, sin ser un país más desarrollado que otros de América Latina, tiene una huella ecológica superior a la media latinoamericana en varios aspectos.

Cuadro 1. Huella ecológica por ingresos y por regiones comparada con México 2007*

Huella ecológica por países de acuerdo con sus ingresos (hectáreas globales <i>per cápita</i>)							
	Huella ecológica de consumo	Huella tierras de cultivo	Huella pastoreo	Huella bosques	Huella pesca	Huella carbono	Huella de suelo urbanizado
Mundo	2.7	0.59	0.21	0.29	0.11	1.44	0.06
Países ingreso alto	6.1	1.02	0.23	0.70	0.26	3.78	0.11
Países ingreso medio	2.0	0.54	0.15	0.20	0.11	0.88	0.07
Países ingreso bajo	1.2	0.46	0.11	0.24	0.06	0.25	0.07
Huella ecológica por regiones comparado con México (hectáreas globales <i>per cápita</i>)							
	Huella ecológica de consumo	Huella tierras de cultivo	Huella pastoreo	Huella bosques	Huella pesca	Huella carbono	Huella de suelo urbanizado
África	1.4	0.51	0.21	0.30	0.07	0.26	0.06
Asia	1.8	0.49	0.06	0.14	0.12	0.90	0.07
Europa	4.7	1.06	0.19	0.55	0.22	2.54	0.12
LA y C	2.6	0.65	0.63	0.39	0.11	0.72	0.08
México	3.0	0.83	0.32	0.33	0.08	1.37	0.06
USA-Canadá	7.9	1.06	0.15	1.09	0.10	5.42	0.07
Oceanía	5.4	0.58	1.14	0.93	0.35	2.32	0.06

*Fuente: Global Footprint Network. *Cuentas Nacionales de la Huella Ecológica y Biocapacidad por Naciones* Edición 2010

3 La huella ecológica mide la cantidad de tierra y mar biológicamente productivos que un individuo, una región, toda la humanidad o determinada actividad humana requiere para producir los recursos que consume y absorbe los desechos que genera y compara esta medida con cuánta área de tierra y mar está disponible: http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/frequently_asked_questions/#gen1



Un ejemplo de las actividades humanas que tienen relación con el consumo de energía y problemas de contaminación es el de la movilidad y el uso de transporte automotor. De esto, Peter Hall (1998) señala que en el período 1890-1915 tiene lugar la producción en masa de la movilidad con la producción del automóvil. Como se sabe esta producción comenzó en Europa.

En 1903 el automóvil aún se consideraba un lujo, pero con Henry Ford se inició la producción en serie del automóvil y para los años 1911-1916 se convierte en un objeto de consumo masivo. Lo anterior contribuyó a que en 1914 la industria automotriz pasara del lugar 77 al 6 de la industria americana. La producción en serie significó el incremento de empleos y salarios en la rama automotriz, así como la mejora del transporte de mercancías. Esto es ejemplo de la relación entre concentración demográfica, movilidad y procesos económicos (Gakenheimer, 1998).

Superación de límites planetarios y techo ambiental

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, se ha indicado que es necesario asegurar que todas las personas tengan recursos para cubrir sus necesidades y ejercer sus derechos humanos, por tanto, la equidad es un reto a vencer (Gutiérrez-Yurrita, 2015). Para avanzar en ese sentido, se ha planteado que se debe considerar un *techo ambiental* que brinde un espacio de seguridad para la humanidad, este enfoque plantea la necesidad de establecer límites planetarios.

La propuesta para establecer los límites planetarios se deriva del trabajo del *Stockholm Resilience Centre* en el que se alude diez procesos críticos del sistema Tierra: 1) cambio climático, 2) tasa de pérdida de riqueza biológica, 3) ciclo de nitrógeno, 4) ciclo del fósforo, 5) agotamiento del ozono estratosférico, 6) acidificación del océano, 7) uso global del agua dulce, 8) cambio del uso del suelo, 9) carga de aerosoles atmosféricos y 10) contaminación química (cuadro 2).

El enfoque del techo ambiental está basado en los tres aspectos de debate continuo desde la aparición del concepto de desarrollo sostenible: a) una visión integrada que destaca la interconectividad entre las dimensiones social, económica y ambiental; b) la necesidad de reubicar las prioridades económicas para tener como objetivo el bienestar humano y no el crecimiento económico y c) formular esquemas de medición más allá del producto interno bruto para evaluar el crecimiento económico teniendo en consideración los factores económicos, los fundamentos sociales y los límites planetarios.



Cuadro 2. Límites planetarios

Proceso del sistema Tierra	Indicadores	Límite propues- to	Estado actual (a partir de 2009)	Valor prein- dustrial
Cambio climá- tico	i) Concentración atmosférica de dióxido de carbono (partes por millón en volumen)	350	387	280
	ii) Cambio en el forzamiento radiactivo (vatios por metro cuadrado)	1	1.5	0
Tasa de pérdida de riqueza biológica	Tasa de extinción (número de especies por millón de especies, por año)	10	>100	0.1-1
Ciclo de nitrógeno (parte de un límite con el ciclo de fósforo)	Cantidad de N ₂ eliminado de la atmósfera para uso humano (millones de toneladas por año)	35	121	0
Ciclo de fósforo (parte de un límite con el ciclo del nitrógeno)	Cantidad de fósforo que fluye hacia los océanos (millones de toneladas por año)	11	8.5-9.5	-1
Agotamiento del ozono estratosférico	Concentración de ozono (unidad Dobson)	276	283	290
Acidificación oceánica	Estado de saturación media global de aragonita en agua de mar superficial	2.75	2.90	3.44
Uso mundial de agua dulce	Consumo de agua dulce por los seres humanos (km ³ por año)	4,000	2,600	415
Cambio en el uso del suelo	Porcentaje de la cubierta terrestre mundial convertida en tierra de cultivo	15	11.7	Low
Carga de Aerosoles Atmosféricos	Concentración total de partículas en la atmósfera, sobre una base regional	A ser determinado		
Contaminación química	Cantidad emitida y concentración de contaminantes orgánicos persistentes, los plásticos, los perturbadores endocrinos, los metales pesados y los residuos nucleares en el ambiente mundial, efectos sobre el ecosistema y el funcionamiento del sistema terrestre que produce la contaminación	A ser determinado		

Fuente: Rockström *et al.*, 2009



Una visión que se está haciendo *viral* sobre cómo entender el mundo bajo la idea de techo planetario es la de la *gran dona* (Raworth, 2012). El planeta se visualiza como un mega dona de varias capas: en la exterior están los grandes retos de la humanidad como el cambio climático, en la segunda está el techo ambiental, la tercera marca cómo debe ser el desarrollo humano y las inferiores los valores que se deben seguir.

Discusión: hacia un análisis integrado de urbanización, antropoceno y límites planetarios

La expectativa hacia una formalización del antropoceno como una nueva edad geológica, si bien, está a cargo del Grupo de Trabajo del Antropoceno de la Comisión Internacional de Estratigrafía, podría tener un impacto para brindar información que ayude a perfilar líneas de acción para la adaptación, la conservación y la protección de las condiciones que posibiliten la existencia humana en un marco de equidad y justicia social, en el presente y futuro.

El análisis del proceso urbano en el marco del antropoceno permite ubicar, como lo ejemplifica el ejercicio realizado, elementos de coincidencia entre ambos fenómenos, además de ayudar a vislumbrar que en comparación con los procesos y ritmos de cambio de la naturaleza (que por lo general duran millones de años y en lo específico, solo minutos en una catástrofe) los procesos de cambio en el ambiente en los que se ven involucradas las actividades humanas son mucho más rápidos.

Encontramos que hay al menos dos razones por las cuales la humanidad altera significativamente el planeta: a) modificamos abruptamente, en tiempo generacional y ecológico, patrones evolutivos –somos, por ejemplo, promotores de deriva génica, favorecemos procesos de especiación por varianza, causamos alteraciones en la hibridación y fenología reproductiva–; b) los cambios que provocamos también ocurren en escalas espaciales cortas –ecotopo o hábitat, en ocasiones ecosistema o eco sección y rara vez en ecodistrito o cuenca hidrográfica–, alterando la sucesión y progresión ecológica en ritmos y direcciones (Gutiérrez-Yurrita, 2016). La intensidad de los cambios que generamos los humanos es un factor que lleva a cuestionar la ruta que han seguido las sociedades humanas a través de su historia para establecer diferentes modelos socioeconómicos y esquemas de uso de los recursos naturales para sostenerlos.

Es difícil negar que el rumbo seguido ha culminado en que la economía y no la protección ambiental, sea el motor que más ha contribuido a la aparición de una edad geológica nueva dentro de la época del holoceno o, posiblemente, a la aparición de una nueva época geológica: el antropoceno (Seitzinger *et al.*, 2012; Rull, 2017). El darnos cuenta de que estamos al borde de un colapso ambiental



nos obliga a reflexionar en nuestro futuro de manera dicotómica y condicional. Si se acepta que hay un techo ambiental y se puede sugerir que si el crecimiento urbano continua, entonces alcanzaremos ese techo y será la extinción de nuestra especie y civilización o habremos desarrollado tal progreso en tecnología y políticas que sabremos manejarnos al límite de la asíntota cuando el desarrollo sostenible se hace duradero.

Esta reflexión, coloca en el centro de nuestra civilización unas cuestiones fundamentales: ¿Las personas que lideran y se benefician con el proceso económico-tecnológico para mantenernos al límite del techo ambiental, serán capaces de seguir las orientaciones para respetar este techo? ¿Qué tipo de acuerdos locales, regionales, nacionales y globales serían necesarios y quiénes los encargados de guiar su cumplimiento?

Muchos estados-nación han perdido capacidad de gobierno para establecer sus propias políticas de desarrollo, siguiendo su cultura, tradiciones y tiempos de evolución como sociedad de un país. El poder económico internacional es el poder que *de facto* orienta la ruta de las políticas, por ello, este es un tema fundamental sobre el que se tendrá que trabajar para encontrar rutas clave que determinen políticas de estado (exclusivas de la administración pública de una nación), políticas públicas –manera en la cual se resolverán los desafíos socio-ambientales y económicos en conjunto, sociedad y administración pública– y políticas internacionales de desarrollo que establecen (refiriéndonos a nuestro país) cómo México vinculará en sus ordenamientos y estrategias de desarrollo y lo pactado al firmar y ratificar convenios internacionales. Esto hace necesario que la administración pública funcione de una manera más ágil ante la necesidad de cambios y no bajo una lógica de “es lo que la norma establece”, una administración más ágil, pero también más colaborativa que haga posible una gobernanza que conjugue distintos conocimientos y recursos que posibiliten una acción efectiva ante los cambios que impone la situación que enfrenta la humanidad.

Vivir en las ciudades durante el antropoceno implica coexistir en una sociedad de moda, cibernética y de consumo, pero no implica vivir en una sociedad sostenible y en ese sentido, es la propia vida humana la que se ve amenazada, pues, aunque la cultura urbana parece ignorar las bases ecológicas, es innegable que se requieren para la existencia de los seres humanos. Ante las preguntas sobre quién o quiénes son los responsables de los cambios atmosféricos, hídricos y geológicos, ningún sector se siente culpable. La percepción más generalizada es que la culpa es de los otros (Gutiérrez-Yurrita, 2015). Lo cierto es que estamos viviendo una etapa de mayor riesgo que antes, somos sociedades urbanas más alejadas de nuestros orígenes naturales y eso nos hace más vulnerables y menos resilientes de tal forma que, para revertir esta tendencia, tenemos que inyectar cada día más ingresos económicos para nuestra existencia (Brugmann, 2012).



Así es que el análisis sobre el antropoceno y la urbanización plantea tres aspectos que deben abordarse: a) la necesidad de trabajo colaborativo entre diferentes sectores científicos, pero también con otros actores sociales, del gobierno y la sociedad civil para trazar rutas de acción orientadas a la sostenibilidad; b) la posible formalización del antropoceno como edad geológica puede incentivar una mayor integralidad e impacto si se nutre de un trabajo interdisciplinario, por ejemplo, considerar los datos que ofrece análisis del proceso de urbanización como el realizado por *The Lincoln Institute of Land Policy* y c) generar las posibles alternativas de acción para hacer frente a las problemáticas que las sociedades humanas enfrentan en el antropoceno.

En este ámbito, nuevamente se enfatiza la necesidad de trabajo interdisciplinario como considerar investigaciones como el de los límites planetarios generado por el *Stockholm Resilience Centre*, ya que puede ser una base para que desde distintas disciplinas y diferentes enfoques –y no solo los de las ciencias naturales-, se generen las líneas de acción para análisis integrados que tomen en cuenta la economía, la demografía, el ámbito ecológico, político y los elementos simbólicos y culturales.

De esta forma, se propone que desde la investigación, el antropoceno es un *concepto puente* del dominio de la economía con un marco teórico sólido afincado en el contexto de la sostenibilidad que puede ayudar a: 1) realizar análisis de las propiedades emergentes en sistemas socio ecológicos para descubrir las conectividades que pueden transformar los paisajes; 2) comprender el nexo entre urbanización y consumo de recursos, así como también la relación entre lo natural, lo rural y lo urbano, considerando de igual manera los niveles, formas de consumo y estilos de vida; 3) develar los riesgos sistémicos y puntos de inflexión a nivel planetario, enfoque desde el que se indica que hay límites planetarios que se ven influidos por procesos sociales, económicos y culturales (Brondizio, *et al.*, 2016) que deben ser respetados.

Conclusiones

A pesar de no estar formalizado el cambio del holoceno al antropoceno, se considera que el concepto es de utilidad porque permite agrupar riesgos y puntos de inflexión desde una perspectiva integral que llaman la atención a los gobiernos, la academia y otros actores para actuar de manera articulada y con la prontitud que requiere la época que vive la humanidad.

La evidencia hasta el momento sugiere que el antropoceno podría ser una edad de la época del holoceno, de esta forma no se entra en contradicciones estratigráficas y se revelan muchos impactos humanos que dejan y dejarán huella geológica. También, el enfoque del techo ambiental y los límites planetarios



proporcionan una ruta para generar líneas de acción que ayuden a enfrentar los problemas actuales de manera conjunta por los sectores sociales, políticos, económicos y la administración pública. Así, con este trabajo no solo se presenta el problema, también algunas de las propuestas que se han formulado para mostrar y atender los riesgos que enfrenta la humanidad desde el siglo XX.

En conjunto, el concepto de antropoceno y el enfoque de los límites planetarios ponen de manifiesto múltiples desafíos y riesgos que enfrentan las sociedades humanas en diversas y diferentes escalas, por lo que es necesario difundir mayor información en torno a ellos para promover la acción de los diferentes sectores sociales. Los retos ambientales para las sociedades humanas contemporáneas también plantean desafíos para los científicos de diferentes disciplinas, quienes deben fortalecer el trabajo interdisciplinario, el trabajo conjunto con los sectores de gobierno y con la sociedad para promover el conocimiento y sugerir rutas de atención. ☯



Referencias

- ANGEL SHLOMO *et al.* (2010). "A planet of Cities. Urban Land Cover Estimates and Projections for All Countries, 2000-2050". En: *Lincoln Institute of Land Policy*. Recuperado de <http://www.lincolninst.edu/publications/working-papers/planet-cities>
- AUTIN, WHITNEY & JOHN HOLBROOK (2012). "Is the Anthropocene an issue of stratigraphy or pop culture". En: *GSA Today*. 22, Núm. 7.
- AYESTARÁN, IGNACIO (2012). "La interfaz entre la biosfera y la noosfera: pensar las esferas de la sostenibilidad en la era del Antropoceno". En: *Ludus Vitalis*. Vol. XX, Núm. 38. BRONDIZIO, EDUARDO S., *et al.* (2016). "Re-conceptualizing the Anthropocene: A call for collaboration". En: *Global Environmental Change*. 39.
- BRUGMANN, JEB (2012). "Financing the resilient city". En: *Environment and Urbanization*. 24, Núm. 1.
- CAPEL, HORACIO (2003). "La geografía y los dos coloquios sobre la incidencia del hombre en la faz de la Tierra". En: *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. VIII, Núm. 459. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-459.htm>
- CASTAÑOS LOMNITZ, HERIBERTA (2006). "Las megaciudades y la transición urbana". En: *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*. XLVII, Núm. 195.
- CASTELLS, MANUEL (2011). "Space of fows, space of places: Materials for a theory of urbanism in the information age". En: *The cybercities reader*. Recuperado de <http://www.paulos.net/teaching/2009/AE/readings/protected/CyberCitiesReader-Castells.pdf>
- CEARRETA, ALEJANDRO (2016). "El Antropoceno y los pasos necesarios para su posible formalización tras el 35º Congreso Geológico Internacional 2016". En: *Cuaternario y Geomorfología*. Vol. 30, Núm. 3-4.
- CEARRETA, ALEJANDRO. (2015). *La definición geológica del Antropoceno según el Anthropocene Working Group (AWG)*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301487509_La_definicion_geologica_del_Antropoceno_segun_el_Anthropocene_Working_Group_AWG
- COMMONER, BARRY (2014). *The closing circle: nature, man, and technology*. USA, Random House Inc.



- CRUTZEN, PAUL J. & EUGENE F. STOERMER (2000). "The "Anthropocene". En: *Global Change News Letter*.
- CRUTZEN, PAUL (2002). "Geology of mankind". En: *Nature*, 415 (6867).
- EHRlich, PAUL & ANNE EHRlich (2009). "The population bomb revisited". En: *The electronic journal of sustainable development*. Vol. 1, Núm. 3.
- FONDO DE POBLACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (2007). *Estado de la población mundial 2007. Liberar el potencial del crecimiento urbano*. Nueva York: Naciones Unidas.
- FRAGKIAS, MICHAEL *et al.* (2013). "A synthesis of global urbanization projections". En: Thomas Elmqvist, *et al.* *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*. EEUU: Springer.
- GAKENHEIMER, RALPH (1998). "Los problemas de la movilidad en el mundo en desarrollo". En: *EURE (Santiago)*. 24, Núm. 72. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71611998007200002>
- GUTIÉRREZ-YURRITA, P. J. (2013). "Hacia el diseño de una ciudad sustentable". En: *Pragma, espacio y comunicación visual*. 4, Núm. 9.
- GUTIÉRREZ-YURRITA, PEDRO JOAQUÍN (2015). "Social and citizen perception on Human Rights and security due to climate change policies in México". En: *Conference Proceedings of the Annual International Conference on Interdisciplinary Legal Studies*. U.K.: University of Oxford.
- GUTIÉRREZ-YURRITA, PEDRO JOAQUÍN (2016). "La ecología hoy, en tiempos del fracking". En: Valencia Martín, G. y J. Rosa Moreno. *Derecho y Fracking*. España: Thomson Reuters-Aranzadi.
- GUTIÉRREZ-YURRITA, PEDRO JOAQUÍN (2017). "[Desarrollo Sustentable] El peligro de ser irrelevante (parte IV)". En: *Serendipia*. IX, Núm. 46.
- HALL, PETER & ULRICH PFEIFFER (2000). *Urban future 21: a global agenda for twenty-first century cities*. London, UK: Spon Eds.
- HALL, PETER (1998). *Cities in Civilization*. EEUU: Trafalgar Square.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2016). *Estadísticas a propósito del día mundial sin auto (22 de septiembre)*. México: INEGI.



- KRAAS, FRAUKE & MERTINS GÜNTER (2014). “Megacities and global change”. En: Frauke Kraas *et al.* *Megacities. Our Global Urban Future*. EEUU: Springer Science Business Media B.V.
- LIM, GILL-CHIN (2005). “Globalization, spatial allocation of resources and spatial impacts: A conceptual framework”. En: Harry W. Richardson y Christine Bae Chang-Hee. *Globalization and Urban Development*. EEUU: Springer.
- MCDONALD, ROBERT I., *et al.* (2013). “A synthesis of global urbanization projectiones”. En: Elmqvist Thomas. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services*. EEUU: Springer.
- MCDONALD, ROBERT I., *et al.* (2013). “Urbanization and Global Trends in Biodiversity and Ecosystem Services”. En: Elmqvist Thomas, *et al.* *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. EEUU: Springer.
- MÉNDEZ, JULIO (2001). “Vladimir Ivanovich Vernadsky: Pionero de la Biosfera (Una biografía sinóptica)”. En: *Tecnociencia*. Vol. 3, Núm. 2.
- METROPOLIS. (2011). *Megaciudades. Informe de la Comisión 4* (2011). Recuperado de https://www.metropolis.org/sites/default/files/c4_metropolis_megaciudades.pdf
- MICHELI, JORDY (2010). “Globalidad, servicios y economía informacional: el Marco de una transformación urbana”. En: Alfie Miriam *et al.* *Sistema mundial y nuevas geografías*. México: Universidad Iberoamericana-Universidad Autónoma Metropolitana.
- NACIONES UNIDAS (2014). *La situación demográfica en el mundo 2014. Informe conciso*. Nueva York: Naciones Unidas.
- ONU-HÁBITAT (2015). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*. México: ONU-Hábitat.
- PIPITONE, HUGO (2003). *Ciudades, Naciones, Regiones. Los espacios institucionales de la modernidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- POPULATION REFERENCE BUREAU (2014). *World Population Data Sheet*. Recuperado de http://www.prb.org/pdf14/2014-world-population-data-sheet_eng.pdf
- RAMÍREZ, HÉCTOR (2008). “Desarrollo, subdesarrollo y teorías del desarrollo en la perspectiva de la geografía crítica”. En: *Revista Escuela de Historia*, Vol. 7, Núm. 2. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-90412008000200005



- RAWORTH, KATE (2012). *A safe and just space for humanity. Can we live within the doughnut?* Oxfam: Discussion Paper.
- RIERA, PERE *et al.* (2013). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. 3ª edición. España: Paraninfo.
- ROCKSTRÖM, JOHAN *et al.* (2009). “A safe operating space for humanity”. En: *Nature* 461. SCHMIDT, JEREMY J (2017). “Social learning in the Anthropocene: Novel challenges, shadow networks, and ethical practices”. En: *Journal of Environmental Management* 193, pp 373-380.
- RULL, VALENTI. (2017). The “Anthropocene” uncovered. En *Collectanea Botánica* 36: e008. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/collectbot.2017.v36.008>.
- SEITZINGER, SYBIL *et al.* (2012). “Planetary stewardship in an urbanizing world: Beyond city limits”. En: *Ambio*. Vol. 41, Núm. 8.
- SEKOVSKI, IVAN, ALICE NEWTON & WILLIAM C. DENNISON (2012). “Megacities in the coastal zone: Using a driver-pressure-state-impact-response framework to address complex environmental problems” En: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 96.
- SETO, KAREN C, SUSAN PARNELL & ELMQVIST THOMAS (2013). “Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A global assessment”. En: Thomas Elmqvist, *et al.* *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A global assessment*. EEUU: Springer.
- SIEMENS (2007). *Desafíos de las Megaciudades. Una perspectiva de los líderes y expertos*. Recuperado de <http://www.aan.siemens.com/chile/e-brochures/Documents/Desaf%C3%ADo%20de%20las%20Megaciudades%20-%20Siemens.pdf>
- SORENSEN, ANDRÉ & JUNICHIRO OKATA (2010). “Introduction: Megacities, urban form and sustainability”. En: André Sorensen y Junichiro Okata. *Megacities: urban form, governance and sustainability*. EEUU: Springer.
- SOTO, MARCELA y LUIS AGUSTÍN ÁLVAREZ, (2012). “Análisis de tendencias en movilidad en el Gran Valparaíso: El caso de la movilidad laboral”. En: *Revista de Geografía Norte Grande*. Vol. 52.
- STEFFEN, WILL *et al.* (2017). “The Anthropocene: conceptual and historical perspectives”. En: *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. Vol. 369.



- STEFFEN, WILL *et al.* (2011). “The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship”. En: *AMBIO*. Vol. 40.
- STOPPANI, ANTONIO (1873). *Corso di Geologia*. Milano, Italia: G. Bernardoni e G. Brigola Editori.
- SUBCOMMISSION ON QUATERNARY STRATIGRAPHY. (2019). Working Group on de Anthropocene. Results of finding vote by AWG. Released 21st May 2019. Recuperado de <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>
- UNFPA (2011). *Estado de la Población Mundial 2011. mil millones de personas su mundo, sus posibilidades*. Nueva York: UNFPA.
- UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, CD-ROM Edition. Recuperado de <http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/>
- VELAND, SIRI, y AMANDA H. LYNCH (2016). “Scaling the Anthropocene: How the stories we tell matter”. En: *Geoforum*. Vol. 72.
- VERNADSKY, VLADIMIR (1929). “La biosphere”. En: *Philosophical Transactions of the Rosal Society A*. Vol. 369. Paris, France.
- ZALASIEWICZ, JAN *et al.* (2015). “When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal”. En: *Quaternary International*. Vol. 383.
- ZALASIEWICZ, JAN *et al.* (2016). “The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene.” En *Anthropocene*. Volume 13: 4-17. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213305416300029>.

