

LA ECONOMÍA DEL COLAPSO Y EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Notas en defensa de la vanguardia ambiental

Rubén M. Lo Vuolo

Junio 2021

Ciepp

CENTRO INTERDISCIPLINARIO PARA EL ESTUDIO DE POLITICAS PUBLICAS



Monroe 2569, 1°A (C1428BLO) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Teléfono/Fax: (54-11) 4834-9296

Email: ciepp@ciepp.org.ar – Web: <http://www./ciepp.org.ar>

Rubén M. Lo Vuolo es economista, Investigador Principal del Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas, Ciepp.

El siguiente documento de trabajo no ha sido evaluado por un comité editorial, y lo expresado en el mismo es de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no reflejar las opiniones de la Institución.

Rubén M. Lo Vuolo (2021). *La economía del colapso y el principio de precaución. Notas en defensa de la vanguardia ambiental.* Documentos de Trabajo CIEPP, N° 107, Centro Interdisciplinario para el Estudio de Políticas Públicas, junio.

ISSN: 1668-5245

Derecho de Autor ©Rubén M. Lo Vuolo | Algunos Derechos Reservados Licencia Creative Commons Argentina Atribución – NoComercial - Compartir Obras Derivadas Igual 2.5

Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra bajo las siguientes condiciones:

Reconocimiento: Debe reconocer y citar al autor original.

No comercial: No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Derivadas igual: Si usted altera, transforma, o crea sobre esta obra, sólo podrá distribuir la obra derivada resultante bajo una licencia idéntica a ésta.

Más información sobre la licencia en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar/>



ÍNDICE

1. Presentación del problema	5
2. Aceleración de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) e incertidumbre estructural.....	11
3. Los problemas de los modelos estándar frente a la incertidumbre estructural vinculada a la crisis climática.....	13
4. Catástrofes, funciones de probabilidad y el “teorema lúgubre”.....	15
5. La economía del colapso frente a la retórica reaccionaria.....	17
6. Las políticas públicas y el principio generalizado de precaución.....	20
7. Comentarios finales en defensa de la vanguardia ambiental.....	23
8. Referencias.....	26

Resumen:

Ya hay muchas evidencias del crecimiento exponencial de variables económicas, sociales y naturales que anticipan la probabilidad de un colapso de las formas de vida en el planeta. Pese a esto, en economía, ciencias sociales y políticas públicas se sigue considerando que este es un problema menor, que preocupa a minorías pesimistas y que refiere a un futuro lejano e improbable. Este trabajo cuestiona esa postura y presenta argumentos para criticar el uso de los modelos de análisis económico estándar. En contraste, postula que el ambientalismo representa una vanguardia que exige revisar tanto los objetivos como los métodos utilizados para el análisis económico y social; asimismo, las bases y los objetivos de las políticas públicas construidas sobre el supuesto de crecimiento económico sostenido que derrama consumo y bienestar desigual sobre la población. En su reemplazo, aboga por un sistema de políticas públicas construido sobre la base del “principio generalizado de precaución”.

Abstract:

There is already much evidence of the exponential growth of economic, social, and natural variables that anticipate the likelihood of a collapse of the multiple forms of life on the planet. Despite this, in economics, social sciences and public policy, it is still considered that this is a minor problem, which worries pessimistic minorities and regards a distant and unlikely future. This paper criticizes that position and highlights the shortcoming of current models of standard economic analysis. In contrast, it argues that environmentalism represents a vanguard that requires reviewing both the objectives and the methods commonly used in economic and social sciences; also, the reviewing of the bases and objectives of public policies built on the hypothesis of a sustained economic growth that spills unequal consumption and well-being over the population. Instead, it advocates for a public policy system built on a “generalized precautionary principle”.

LA ECONOMÍA DEL COLAPSO Y EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Notas en defensa de la vanguardia ambiental

Rubén Lo Vuolo¹

“Nuestro planeta no es más que una solitaria mota de polvo en la gran envoltura de la oscuridad cósmica. Y en nuestra oscuridad, en medio de esa inmensidad, no hay ningún indicio de que vaya a llegar ayuda de algún lugar capaz de salvarnos de nosotros mismo”

Carl Sagan, *Un punto azul pálido*

1. Presentación del problema

Las publicaciones científicas que contemplan la creciente probabilidad de colapso de los sistemas naturales, económicos y sociales como resultado, entre otras cosas, de la crisis climática, son cada vez más numerosas y más respaldadas con evidencias. En base a esos estudios, la noción de “Antropoceno” se impone para designar la actual era geológica en la cual la acción humana ha trastocado los ciclos biogeoquímicos del sistema Tierra, provocando cambios profundos e imprevisibles en el medio ambiente².

Como bien lo señala Maristella Svampa (Svampa 2019, 5): *“El Antropoceno designa un nuevo tiempo en el cual el ser humano se ha convertido en una fuerza de transformación con alcance global y geológico... El Antropoceno es indudablemente un concepto-diagnostico, que instala la idea de “umbral” crítico frente a problemáticas como el calentamiento global y la pérdida de biodiversidad; un concepto que pone de manifiesto los límites de la naturaleza, y cuestiona las estrategias de desarrollo dominantes, así como el paradigma cultural de la modernidad”*. Entre otras consecuencias, la idea de Antropoceno

¹ El autor agradece los comentarios y referencias bibliográficas a versiones previas de este trabajo de Nicolás Águila, Camila Arza, y Maristella Svampa. Los contenidos del trabajo son de entera responsabilidad del autor.

² El Antropoceno se diferencia así de la era anterior llamada Holoceno, en tanto en esta última se verificó por casi 12.000 años una notable estabilidad climática, permitiendo la aparición de la agricultura y el desarrollo desde allí de las llamadas “civilizaciones”.

busca resaltar que, en esta nueva era, la vida en el planeta ya no depende totalmente de la naturaleza sino en gran medida de la acción humana³.

Como lo explica Svampa, son varios los elementos que justifican la relevancia de esta forma de observación de los sistemas naturales y sociales: 1) la crisis climática vinculada al calentamiento global como resultado del aumento de las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI); 2) la pérdida de biodiversidad, la destrucción del tejido de la vida y de los ecosistemas, todo lo cual es acelerado por la crisis climática; 3) vinculado a lo anterior, la acidificación de los océanos producto de la concentración de dióxido de carbono, que cambia la química de las aguas y pone en riesgo la vida de los ecosistemas marinos; 2) los cambios en los ciclos biogeoquímicos, fundamentales para mantener el equilibrio de los ecosistemas como resultado de la industrialización, la deforestación, la contaminación de los suelos por acción de fertilizantes y del agua, etc., todo lo cual produce la alteración de ciclos esenciales para la vida, como el ciclo vital del carbono, del agua, del nitrógeno, del oxígeno, del fósforo.

Todo lo anterior estimula el desarrollo de estudios de todo tipo sobre el probable colapso de las formas de vida en la Tierra, al punto que se habla de la “colapsología” como disciplina que estudia estos fenómenos (Servigne y Stevens 2020). Por colapso se entiende la caída, derrumbe o desplome que se provoca en un sistema luego de la aceleración de variables relevantes para el caso; un colapso provoca la devastación de lo conocido, especialmente luego de un proceso de crecimiento exponencial. El “pico” a partir del cual se provocaría el derrumbe actúa como una suerte de frontera que no se debería atravesar, pero mientras se va ascendiendo hacia ese pico, se van generando problemas acumulativos y observando evidencias del colapso sistémico.

La idea de colapso se vincula habitualmente con la de “catástrofe”, aunque este último término suele aludir a fenómenos más bien imprevistos y desdichados que producen una gran destrucción y alteran el desarrollo normal de las cosas. El concepto de colapso aparece como más adecuado para el estudio de fenómenos como la crisis climática y sus probables

³ En este texto de referencia, Svampa discute la disputa en relación al término, así como el debate en torno a definiciones alternativas, como “Capitaloceno” que no voy a abordar aquí.

consecuencias, en tanto no es algo que puede considerarse como inesperado a accidental. Hace tiempo se observan muchas evidencias de múltiples fenómenos (naturales, económicos, sociales) así como el crecimiento exponencial de variables relevantes que vienen anunciando la alta probabilidad de un colapso de las formas de vida en el planeta (Steffen et al. 2015). Por supuesto, ese colapso implicaría efectos catastróficos.

Hasta hace unas décadas atrás, las fronteras del colapso parecían demasiado distantes para generar preocupación, pero ya no puede seguir sosteniendo ese argumento. Hace tiempo se observan evidencias claras que advierten sobre la necesidad de realizar acciones urgentes para no seguir acercándose aceleradamente al derrumbe. Como ejemplo, y observando la profundidad y prolongación de incendios y sequías hacia 2019/20 en algunos lugares, Bill McKibben señala que las evidencias presentes se multiplican: *“Lo hemos visto en California (cuyo clima está lo suficientemente cerca de Australia como para que millones de eucaliptos altamente inflamables prosperen también en el Estado Dorado), y ahora lo vemos en los estados australianos de Victoria y Nueva Gales del Sur, donde las temperaturas y la aridez récord han preparado el escenario para la tormenta de fuego, tan intensa que genera su propio clima. El fin de semana pasado, el suburbio al oeste de Sydney fue el lugar más cálido de la tierra, con el termómetro marcando cerca de los 49 grados Celsius y una humedad relativa de un solo dígito. Esta es la receta exacta para desencadenar un infierno, que se repetirá en todo el mundo en territorios similar”* (McKibben 2020).

Pese a esto, existe una suerte de “analfabetismo ambiental” que sigue creyendo que el problema preocupa sólo a una minoría pesimista acerca de un futuro lejano e improbable que, además, afectaría a los países centrales y está lejos de las urgencias de las que deberían ocuparse los países latinoamericanos (Svampa y Viale 2020). Por el contrario, son múltiples las evidencias cotidianas del colapso ambiental en todo el mundo y en la región. Ya sea por ignorancia o directa mala fe, quienes insisten en ignorar el problema en la práctica favorecen la continuidad de un régimen de crecimiento económico y social insustentable, que daña severamente el entorno de vida en el planeta, que beneficia principalmente a una elite y que afectará de forma desigualitaria a los grupos más vulnerables. En la práctica, esa ignorancia o directa mala fe, se expresa en la preeminencia de regímenes de crecimiento “neo-

extractivista” bajo variados regímenes políticos, tanto en Argentina como en muchos países de América Latina (Svampa y Viale 2014).

Observada la realidad desde esta óptica, la pandemia del COVID-19 puede considerarse como un elemento más que advierte sobre el carácter global de procesos interrelacionados que se van acumulando en dirección al colapso de las formas de vida en el planeta Tierra tal y como las conocemos actualmente. El origen y difusión del virus se explica en gran medida por las acciones humanas dañinas para el medio ambiente, que se transforman en riesgos sistémicos a escala global (UNEP 2020). De hecho, la escala global llevó a una suerte de mimetismo de los gobiernos en sus acciones que afectaron el funcionamiento no sólo de los sistemas sanitarios, sino también de las actividades económica y sociales. En otras palabras, ya son muchas las evidencias que muestran lo que las ciencias del clima vienen advirtiendo: no es despreciable la probabilidad de un colapso del sistema que sostiene la vida en el planeta; y dicho colapso tiene un alcance global y sistémico.

Si bien no se puede señalar exactamente el momento en que se alcanzará el pico a partir del cual puede esperarse el derrumbe, lo que ya se conoce es que las sociedades y los ecosistemas de nuestro mundo de vida tendrán que enfrentar cambios de temperatura a un ritmo no verificado previamente. Por ejemplo, se sabe que en el lapso casi instantáneo (geológicamente hablando) de dos siglos, la temperatura en el sistema planetario viene elevándose a un ritmo que no han existido durante cientos de millones de años. Dado que esto no existió previamente, la incertidumbre y el desconocimiento sobre los efectos de estos cambios en las formas de vida del planeta es casi total.

Pese a estas certezas e incertidumbres, la ciencia económica, con raras excepciones, sigue analizando la realidad económica y social mediante modelos que estiman tasas máximas de crecimiento bajo ciertos supuestos, equilibrios abstractos de precios y cantidades, flujos de costos y beneficios que aproximan el futuro mediante tasas de descuento y parámetros extraídos de comportamientos pasados, etc. También con matrices de insumo-producto que utilizan coeficientes técnicos estimados en base a la disponibilidad de recursos materiales y relaciones entre capital físico y humano que toman registros pasados y una matriz energética cuya continuidad es muy dudosa.

Es que, si retiramos el carbón, el petróleo y el gas no queda prácticamente nada de nuestra civilización termo-industrial. Puede argumentarse que las reservas de hidrocarburos detectadas y disponibles para su extracción parecen suficientes para seguir sosteniendo esta civilización por mucho tiempo. Pero también es cierto que la utilización de las mismas muy probablemente genere daños irreparables que obligará a cambiar rápidamente de régimen económico; ninguna “proyección” debería ignorar esta probabilidad.

Basta con el ejemplo de la crisis financiera global que puede avizorarse en caso de que no puedan utilizarse las reservas de hidrocarburos. Así, Michel Aglietta y Natacha Valla (Aglietta y Valla 2021, 139) señalan que la mitad de estas reservas (estimadas en dos tercios de carbón y un tercio de petróleo y gas a nivel global), no podrían extraerse si el objetivo es aumentar la temperatura media del planeta en 2° C; y para un objetivo de 1,5°, más de 80%. Pero el valor de esas reservas, estimado globalmente en 900 mil millones de dólares, es el componente más importante de los activos de las empresas del sector [*stranded assets*]. Evidentemente, la no utilización de esas reservas, además de los tremendos impactos en el sistema productivo, generaría pérdidas inmediatas a empresas multinacionales de primer nivel y de allí seguiría una crisis financiera de consecuencias impredecibles.

En este contexto, ¿cómo predecir el precio de los hidrocarburos y de las fuentes energéticas que los tendrían que reemplazar de urgencia si no se administra adecuadamente la transición? ¿Cómo estimar las ventajas comparativas de distintos sistemas si se cambia la matriz energética, dadas las capacidades y recursos profundamente diferentes? Basta pensar cuáles fueron los impactos globales en la década del 70 de la simple cartelización de los productores de petróleo para controlar la comercialización y el precio, para intuir los descalabros que lo anterior provocaría.

Es que el sistema económico no es un sistema “cerrado” que tiende al equilibrio entre precios y cantidades y que sólo se abre al exterior por intercambios también de precios y cantidades de ciertos bienes y servicios. El sistema económico, al igual que el sistema Tierra, es un sistema complejo sometido a dinámicas no lineales que puede cambiar de estado bruscamente por perturbaciones de todo tipo de su ambiente de referencia. Lo relevante es la capacidad de cada sistema complejo y abierto a las perturbaciones de otros sistemas, para

procesarlas de forma positiva para recomponer su estabilidad (resiliencia). Y el punto es que, en el actual contexto, esa capacidad de resiliencia se debilita día a día.

Por eso, la idea de colapso es adecuada en tanto está indicando la aceleración del crecimiento de múltiples variables que definen el modo de auto-reproducción del sistema económico y social. Este crecimiento va debilitando cada vez más la capacidad de resiliencia de los sistemas naturales y también de los sistemas económicos y sociales que interactúan entre sí. Mientras tanto, gran parte del análisis económico y de los propios objetivos de la política pública sigue enfrascado en modelos que se plantean como objetivo deseable alcanzar una tasa máxima de crecimiento del PBI; esto es, consideran deseable y positivo profundizar aún más los problemas de resiliencia del sistema.

Teniendo en cuenta esta problemática, en lo que sigue se discuten las dificultades, cuando no la obsolescencia, de los modelos estándar de análisis que se utilizan habitualmente para la toma de decisiones económicas y sociales, tanto privadas como públicas. Esto es, los modelos que evalúan acciones, proyectos y políticas a lo largo del tiempo, considerando potenciales ganancias y costos directos e indirectos (incluyendo los llamados “costos de oportunidad” que resultarían de elegir otra alternativa).

Estos son los típicos modelos que se utilizan para defender la continuidad del actual modo de funcionamiento de los sistemas económicos y sociales, especialmente de los proyectos de “inversión” que siguen fortaleciendo la actual matriz energética. Con este tipo de modelos se suelen justificar acciones depredadoras del medio ambiente y subsidios a actividades extractivas, estimando beneficios netos en términos de ganancia empresaria, inversión en bienes de capital, cantidad de empleo, impuestos recaudados, etc. Los impactos climáticos se consideran como un “riesgo” más que genera costos y “externalidades negativas” que resultan menores que los beneficios estimados.

Para ello, tomo como referencia dos artículos liminares publicados Martin Weitzman hace unos años, en los que analiza teórica y formalmente lo inadecuado de estos modelos de análisis (Weitzman 2009; Weitzman 2011). En contraste, sugiere incorporar al análisis modelos que consideren fenómenos caracterizados como “catástrofes de alto impacto” cuya ocurrencia representa una “incertidumbre estructural”.

2. Aceleración de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) e incertidumbre estructural

Para su análisis, Weitzman se sirve de los múltiples datos que ofrecen las ciencias del clima para entender el problema. Así, señala que el nivel de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) atrapados en pequeñas burbujas de núcleo de hielo del planeta es uno de los mejores datos que existen en la ciencia del paleo-clima. Todos los demás datos (incluidas las temperaturas pasadas) se infieren indirectamente a partir de variables proxy, pero los datos de GEI de núcleos de hielo son directamente observables.

En base a los datos conocidos, Weitzman recuerda que por 800.000 años de vida de nuestro planeta Tierra, el CO₂ varió gradualmente dentro de un rango relativamente estrecho de 180 y 280 partes por millón (ppm), aproximadamente. Como referencia cercana, cuando comenzó la llamada “revolución industrial” (hace aproximadamente unos dos siglos) el nivel del CO₂ atmosférico era de 280 ppm; al escribir sus trabajos, el CO₂ ya superaba las 390 ppm y sigue una tendencia al aumento constante.

En cuanto al metano, en 800.000 años nunca superó las 750 partes por mil millones (ppb). Pero en los últimos años este potente GEI, que es muchísimo más poderoso que el CO₂, se ubica en niveles de aproximadamente 1,800 ppb. La suma total de todos los GEI de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) se aproxima a 450 ppm.

Pero el problema no es sólo el nivel sino la velocidad del crecimiento. Como ejemplo, en el pasado, los aumentos de CO₂ estuvieron por debajo (y generalmente muy por debajo) de 25 ppm en cualquier sub-período de 1.000 años. Últimamente ese aumento se registra en períodos de una década. Por lo tanto, la actividad antropogénica actual lleva los niveles de GEI atmosféricos muy lejos de su área de distribución natural. Mirando hacia un siglo o dos adelante, los niveles de GEI atmosféricos que podrían alcanzarse no parecen haber existido durante decenas de millones de años; más aún, la velocidad de este cambio puede ser única en una escala de tiempo aún mayor.

En otras palabras, los niveles y la velocidad sin precedentes de los aumentos de GEI sugieren un escenario de crecimiento acelerado que nos lleva a un territorio inexplorado y hace muy inciertas las predicciones hacia futuro por el aumento de la probabilidad de un colapso. A lo anterior se suma lo siguiente: el ciclo de carbono tiene componentes de

retroalimentación negativos que suelen omitirse en los modelos de análisis sencillamente porque no se conocen. Este componente omitido (que sería parte de una retroalimentación llamada "sensibilidad del sistema terrestre") incluye la poderosa auto-amplificación potencial de calentamiento debido a las liberaciones de carbono secuestrados de diferente modo en el planeta Tierra.

Un ejemplo vívido es el enorme volumen de GEI que actualmente está atrapado en el llamado "permafrost" de la tundra y otros suelos pantanosos (principalmente como metano)⁴. Una más remota posibilidad, que en principio también debería incluirse, son las liberaciones inducidas por el calor de los depósitos de metano en alta mar, los cuales son más vastos y están atrapados en forma de clatratos⁵. Si bien la probabilidad de este fenómeno es baja, no es nula si la temperatura de las aguas que bañan las plataformas continentales aumenta por encima de ciertos niveles desconocidos. Este componente "adicional" probablemente sea muy significativo y debería añadirse a las proyecciones realizadas con los datos conocidos.

Si bien la respuesta del sistema Tierra al cambio climático que provoca el aumento veloz de los GEI es altamente incierta, ya existen indicadores que permiten aproximar el tema. Para razonar sobre esto, Weitzman se enfoca en la incertidumbre de la llamada "sensibilidad climática de equilibrio", definida del siguiente modo por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2007, p. 38): *"La sensibilidad climática en condiciones de equilibrio es un indicador de la respuesta del sistema climático a un forzamiento radiativo sostenido. Se define como el promedio mundial del calentamiento superficial en condiciones de equilibrio de resultas de una duplicación de la concentración de CO₂"*⁶.

⁴ El llamado permafrost es la capa del suelo que está permanentemente congelado, aunque no esté cubierto de hielo o nieve. A lo largo del tiempo, bajo el permafrost se han acumulado grandes reservas de carbono orgánico. Es altamente probable que frente a un descongelamiento del permafrost se liberen cantidades inmensas de dióxido de carbono y metano.

⁵ Se entiende por clatrato una sustancia química formada por una red de un determinado tipo de molécula que tiene la propiedad de atrapar y retener otro tipo de molécula. En particular, un hidrato gaseoso es un tipo especial de clatrato en el que la molécula de agua forma una estructura que puede contener un gas.

⁶ El forzamiento radiativo o forzamiento climático se estima como la diferencia entre la insolación (luz solar) absorbida por la Tierra y la energía irradiada de vuelta al espacio. Cuando el forzamiento radiativo es positivo significa que la Tierra recibe más energía de la luz solar que la que irradia al espacio y esto causa calentamiento terrestre; en caso contrario, se produce enfriamiento

En otras palabras, la sensibilidad climática de equilibrio es un macro-indicador de la eventual respuesta de la temperatura a los cambios de GEI. Según este grupo muy reconocido de especialistas en la materia, a la fecha del informe, puede conjeturarse que la sensibilidad climática: *“se encuentra probablemente entre 2 y 4,5°C, siendo la estimación óptima de aproximadamente 3°C, y es muy improbable que sea inferior a 1,5°C. No cabe excluir valores muy superiores a 4,5°C, pero la concordancia de los modelos con las observaciones no es tan ajustada para esos valores”*.

Así, este indicador es un buen ejemplo de variables “conocidas pero desconocidas” en tanto sintetiza un conjunto de incertidumbres. El mismo indica que cualquier ejercicio que intente atribuir probabilidades mayores o iguales a 4.5 C, es totalmente conjetural, por lo que se vuelve imprescindible mantener bajas las concentraciones de GEI si se quiere “comprar un seguro” contra catástrofes de calentamiento global. Para ilustrar la dimensión del problema, Weitzman recuerda que la última vez que el planeta Tierra fue testigo de períodos en los que las temperaturas medias globales se aproximaron a 10° C fue durante la época del Eoceno hace 55-34 millones de años. En aquellos tiempos, el planeta estaba libre de hielo y las palmeras y los lagartos vivían cerca del polo norte.

Pero, como indicamos, además de los preocupantes niveles que pueden alcanzar las temperaturas, también es inusitada la velocidad del cambio: cambios en las temperaturas medias globales de 5 grados o más, son eventos extremadamente raros y extraordinariamente alejados del alcance de la experiencia humana. En fin, la incertidumbre estructural que este escenario genera no tiene precedentes en ningún análisis probabilístico a los que nos tiene acostumbrado la disciplina económica estándar. En un contexto de incertidumbre estructural como el señalado, los supuestos y los propios parámetros de las proyecciones se vuelven una incógnita.

3. Los problemas de los modelos estándar frente a la incertidumbre estructural vinculada a la crisis climática

Por ejemplo, algunos modelos de costo-beneficio suponen la posibilidad de sustitución entre cambio de temperatura y ciertos consumos. Este tipo de formulaciones se limita a pensar los impactos del cambio climático en, por ejemplo, los precios de alimentos,

el aumento de la demanda de aire acondicionado para estabilizar temperaturas en los interiores, etc. Pero en casos como los analizados aquí, esa sustitución no es posible y además los impactos más graves del cambio climático se producen en elementos que no son inmediatamente sustituibles con riqueza material o pagando “precios más caros”, como la biodiversidad, la salud, etc.

Otro problema de estos modelos es su forma de “descontar” los flujos futuros de costos y beneficios de una actividad. Para ello, usan “tasas de descuento” para distintos períodos sin tomar en cuenta los efectos de retroalimentación que pueden propagarse por siglos y milenios. En períodos muy largos, como los que implica el colapso climático, los resultados dependen en gran medida de las tasas de descuento utilizadas; diferencias aparentemente insignificantes de la misma pueden generar enormes diferencias en el valor presente calculado para estimar el “beneficio neto”. Esto es más problemático porque no sólo que los impactos en términos geofísicos son acumulativos, sino que las propias conductas que simulan las acciones humanas han de variar; por ejemplo, los valores de la llamada “aversión al riesgo” se han de modificar con el paso del tiempo.

En otras palabras, cualquier conclusión puede ser defendida en función de la tasa de descuento elegida en el modelo y de los supuestos utilizados. Este problema – propio de todo análisis costo-beneficio- es mucho más grave cuando se trata de eventos con impactos catastróficos que pueden producirse a muy largo plazo. Y justamente, son estas las simulaciones se nutren los modelos que justifican los beneficios de continuar alimentando la matriz energética actual, la mega-minería, etc.

Como indica Weitzman, con este tipo de análisis estándar se termina proponiendo, como máximo, un ajuste “gradual” de las emisiones de GEI. En muchos casos ese ajuste gradual pretende estabilizar los niveles de CO₂ en valores cercanos a 700 ppm e incluso más altos. Esto implica someter al sistema de la Tierra a impactos de GEI sin precedentes y en forma casi instantánea en términos geológicos, en tanto llevarían las existencias atmosféricas de GEI a niveles de dos veces y media por arriba del nivel más alto en los últimos 800.000 años.

En fin, lo anterior lleva a concluir que, frente a fenómenos con impactos catastróficos no sirven los típicos análisis basados en los modelos de costo-beneficio. En la visión de

Weitzman, el problema conceptual principal de estos modelos es que se basan en una “función de densidad de probabilidad” [*probability density function*] de “cola fina”, que sugiere que en el largo plazo la función se aproxima a un determinado valor⁷. Pero esto no sirve para formalizar un problema como el del probable colapso vinculado a la crisis climática.

4. Catástrofes, funciones de probabilidad y el “teorema lúgubre”

¿Qué entiende Weitzman por catástrofe? Siguiendo a Richard Posner (Posner 2004), para Weitzman el término se utiliza para designar: “*un evento que se cree que tiene una probabilidad muy baja de materializarse, pero que si se materializa producirá un daño tan grande y repentino que se vuelve discontinuo con el flujo de eventos que lo precedieron*”. Según Posner, la baja probabilidad de tales desastres, incluso su desconocida probabilidad, genera un desconcierto muy elevado que dificulta los esfuerzos para responder racionalmente a sus impactos.

Para Weitzman, la incertidumbre estructural de este tipo de escenario implica que no hay forma de saber cómo los distintos fenómenos se van a ir “empujando” unos a otros y desarrollando hacia el futuro. La incertidumbre estructural lleva a que las distribuciones de probabilidad de este tipo de fenómenos, a diferencia de las distribuciones de probabilidad estándar que se usan para su análisis, muestren un crítico “engorde de la cola” [*fat-tale*] a medida que tienden a infinito. El uso del infinito en su análisis es una forma matemática de formalizar un futuro abierto a catástrofes desconocidas y acumulativas.

La tesis general de Weitzman es que las funciones cuyas colas están engordadas por la incertidumbre estructural son más adecuadas para interpretar la multiplicación o

⁷ La función de densidad de probabilidad describe la probabilidad relativa de que una variable aleatoria continua tome cierto valor dentro de un rango de posibilidades (dado por la integral de la densidad de esa variable entre uno y otro límite). La función es positiva a lo largo de todo su dominio y su integral sobre todo el espacio es de valor unitario.

amplificación de las perturbaciones como las que provoca la crisis climática. Son funciones que le asignan un valor muy alto en las colas extremas a la probabilidad de eventos raros.⁸

De aquí, Weitzman desarrolla el llamado “teorema lúgubre” [*dismal theorem*]. Este teorema postula que hay situaciones en las que la teoría de la probabilidad se enfrenta a una fuerte restricción para realizar cualquier análisis cuantitativo y ofrecer información relevante. Sólo se pueden hacer algunas estimaciones numéricas explícitas de las (minúsculas) probabilidades, en diferentes niveles, de probables impactos de un escenario catastrófico⁹.

Con el teorema lúgubre, se busca resaltar lo siguiente: en el caso de la crisis climática, las catástrofes no son abruptas, sino que se desarrollan lentamente en comparación con otras posibles catástrofes (por ejemplo, choque de un asteroide). Este proceso más bien lento (al menos al comienzo) hace posible ganar tiempo para prevenir los probables impactos negativos y sobre todo realizar correcciones a mitad de camino sobre las causas que llevarían al colapso luego de alcanzar el pico. En caso de no hacerse, los impactos de procesos acelerados y acumulativos abren un abanico de resultados extremos que tienden al infinito, o sea a lo desconocido.

Incluso, no se trata sólo del cambio climático: también existen otras potenciales amenazas de escenarios catastróficos con impactos globales y con probabilidades no despreciables. La incertidumbre estructural podría sumar a la carrera biotecnológica, la nanotecnología, el impacto de asteroides, la proliferación nuclear, etc. En todos estos casos, no estamos frente a fenómenos con efectos lineales, sino frente a fenómenos con potencial capacidad para crear cadenas cuyos eslabones se retroalimentan vertiginosamente a tal punto que pueden implicar un salto de escala impredecible e irreversible.

La probabilidad de que esto afecte brutalmente al sistema Tierra, incluyendo los sistemas económicos y sociales aún no puede precisarse, pero seguramente tiene un valor

⁸ Técnicamente, la “curtosis” de la función se extiende o se inclina al punto que puede no tener un límite finito. La curtosis es una medida estadística que determina el grado de concentración de los valores de una variable alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias.

⁹ William Nordhaus (Nordhaus 2009 y Nordhaus 2011) revisa críticamente las conclusiones del teorema lúgubre. Entre otras cosas, señala que los resultados del mismo son muy relevantes al advertir sobre los problemas de las funciones de probabilidad que habitualmente se utilizan para eventos como el cambio climático, pero que sus conclusiones no alcanzan a la mayoría de los eventos inciertos.

positivo que parece tender al infinito. De hecho, el teorema lúgubre tiene un alcance más amplio que el del cambio climático, porque casi nada en nuestro mundo de vida tiene una probabilidad de cero o exactamente uno.

5. La economía del colapso frente a la retórica reaccionaria

Frente a las evidencias de las ciencias del clima, a los problemas del análisis económico estándar y a las conclusiones derivadas del teorema lúgubre, Weitzman sugiere dos posibles conductas:

1) se podría argumentar que el daño ya es tan grande (y la cola de la probabilidad está tan engordada) que no hace mucha diferencia lo que se haga en un futuro próximo sobre las emisiones;

2) se debería asumir racionalmente que, dado que los daños son irreparables y la incertidumbre es estructural, lo único que se puede hacer es extremar las acciones de prevención porque no se puede aprender sobre la marcha [*learning by doing*] y los efectos son irreparables.

La primera opción de inmovilidad es la que, con argumentos variados, postulan quienes atacan como “bobos” a los movimientos ambientalistas y a las ciencias del clima. Su postura es que quienes advierten sobre el colapso derivado de la crisis climática, en la práctica detienen el “progreso” atado al crecimiento económico de la civilización termo-industrial. Si hasta aquí, en términos generales, la raza humana mejoró su bienestar gracias al consumo atado al crecimiento económico, no hay razón para no continuar por esa senda. Mucho más, si lo que se ofrece es incertidumbre y costos presentes. Así, desde distintas posiciones, llamativamente los “progresistas” terminan sosteniendo la consolidación del *status quo* y la continuidad de los “negocios como se conocen” [*business as usual*].

En la práctica, esta opción implica seguir sosteniendo no sólo el actual régimen económico sino también el sistema de políticas públicas basado en el mismo, con una despreocupación total por generaciones futuras y por los daños que provoca en el presente. Así, se termina defendiendo la preservación de los intereses de las actuales elites que son

quienes más se benefician de una forma de vida destructora del medio ambiente y profundamente desigual.

Este modo de oponerse a los cambios necesarios para atenuar los impactos del colapso climático recuerda al discurso de la “retórica reaccionaria” analizada por Albert Hirschman (Hirschman 1991). El uso de esta retórica reaccionaria es propio del comportamiento de lo que en otro trabajo defino como la “casta del saber convencional” (Lo Vuolo 2001, Cap. II); esto es, una casta con intereses comunes y separados del resto de la población, que descarta todo lo que se opone a su interés particular. Esta casta no está obligada a demostrar sus afirmaciones en tanto su poder se sustenta en el “sentido común”, su posición jerárquica y la descalificación de cualquier cambio como por considerarlo “perverso”, “inútil” y “peligroso”.

Perverso, porque en lugar de lograr los objetivos buscados, generarían una cadena que llevaría a obtener resultados no deseados e incluso totalmente contrarios a los buscados intencionalmente. Inútil, porque cualquier intento de cambio sería abortado por el funcionamiento lógico de la economía y no se lograría modificar nada. Finalmente, sería peligroso porque el sólo intento de cambio, aun cuando puede ser deseable en sí mismo, provocaría costos y consecuencias mucho peores que los problemas que se pretenden resolver. Así, las políticas propuestas para mitigar el colapso ambiental son calificadas bajo estos tres rótulos, propuestas o directamente descartadas.

Esta retórica, que hoy es la prevaleciente, termina defendiendo una suerte de *lock-in* del modo de funcionamiento del sistema económico, con rendimientos cada vez más decrecientes y en favor de las elites de poder cada vez más concentrado que sólo miran los resultados inmediatos que las favorecen. Llamativamente, en este tipo de retórica coinciden no sólo los que abrevan en el pensamiento económico ortodoxo, también es adoptada por gran parte del pensamiento económico heterodoxo y auto-proclamado “progresismo”.

En contraste, la segunda alternativa que plantea Weitzman aparece como la más lúcida y racional, y es la que se aproxima al planteo de los diversos movimientos preocupados por el colapso ecológico: asumir racionalmente que, dado que los daños son irreparables y la incertidumbre es estructural, se deben extremar las acciones de prevención sin esperar más tiempo porque los efectos del colapso son irreparables. No es posible ir aprendiendo sobre la

marcha porque lo que se está llevando a cabo es un experimento sin precedentes y sin control sometiendo el planeta Tierra al impacto de una inyección geológicamente instantánea de cantidades masivas de GEI. Por ejemplo, la pérdida de capacidad de los océanos para absorber el calor atmosférico, la saturación de los sumideros de carbono, la pérdida de biodiversidad y muchos otros procesos relevantes implican la acumulación prolongada de daños que no se pueden revertir.

Estas son las conclusiones lógicas del teorema lúgubre de Weitzman acerca de los fenómenos extremos que son hipotéticamente posibles con una probabilidad positiva. De este teorema se sigue que todo análisis del colapso vinculado a la crisis climática, debería consistir en una cadena muy larga de tenues inferencias plagadas de grandes incertidumbres en cada enlace. ¿Cuáles serían las grandes incertidumbres de esa cadena en la cual los eslabones no deberían agregarse sino más bien multiplicarse? Sintéticamente, las grandes incertidumbres son acerca de:

- las emisiones de GEI del caso base desconocido, que se agravan por grandes incertidumbres sobre cómo las políticas disponibles (y efectivamente aplicadas o no) afectarán las emisiones reales de GEI;
- cómo se acumulan las emisiones de flujo de GEI a través del ciclo del carbono en concentraciones de existencias de GEI;
- cómo y cuándo las concentraciones de stock se traducen en cambios de temperatura promedio global;
- cómo los cambios de temperatura promedio global se descomponen en cambios en los patrones climáticos regionales;
- sobre la aversión al riesgo y la tasa de descuento apropiada para traer al presente los eventos futuros.

Esta larga cascada de grandes incertidumbres no permite tener claro los impactos agregados que tendrá la crisis climática sobre el planeta, la vida, los sistemas sociales y el bienestar de la raza humana. Lo que hoy conocemos concierne solo a ciertos resultados probables que pueden inferirse con el conocimiento actual. Pero en el caso de colapsos como los vinculados al cambio climático, la acumulación de eventos es particularmente

desconocida en sus resultados y el uso del infinito indica que estamos frente a una crisis multidimensional que, además de no tener precedentes, pertenece al orden de lo inconmensurable.

Sin embargo, si bien no se conoce exactamente el valor de esa probabilidad, la función lúgubre refleja el hecho de que no existe un límite significativo y que además se va engordando por los efectos cascada. Para asignar valores a esa probabilidad positiva no se trata de analizar ninguno de los eslabones de la cadena en forma aislada, sino de interacciones que se multiplican. La incertidumbre estructural lo que indica es que no pueden colocarse límites controlables a los cambios sin precedentes que se derivarían del aumento de la temperatura global promedio en el planeta, conforme a las tendencias que se vienen verificando.

Pero, si bien no se sabe exactamente cuáles serían los daños sistémicos que se producirían en caso de atravesarse las fronteras del colapso climático, la actitud de inmovilidad desaprensiva con las probables consecuencias presentes y futuras es el verdadero peligro. Lo que se debería hacer desde una posición racional es promover acciones variadas y consistentes con el principio generalizado de precaución que señala Weitzman. Esto implica construir un buen “sistema de seguimiento” de los procesos y definir una “política óptima” de prevención. El teorema lúgubre aboga por una suerte de “principio de cautela” que, al menos teóricamente, podría dominar la toma de decisiones de forma tal de poner en práctica un “principio generalizado de precaución”.

6. Las políticas públicas y el principio generalizado de precaución

Aunque genere perplejidad, incredulidad y temor, el análisis anterior advierte sobre la necesidad de tomar medidas cada vez más urgentes debido a la creciente probabilidad de un final de las formas de vida tal y como las conocemos y experimentamos cotidianamente. Lo anterior puede ser frustrante y “muy pesimista” para quienes gustan de mostrar resultados ciertos, verdades reveladas y construir “esperanzas” infundadas. Pero con el conocimiento actual, es lo más aproximado a la realidad.

La ciencia económica no está tomando adecuada nota de estos cambios. Sus modelos icónicos de equilibrio general, con agentes representativos, supuestos de mayor o menor aversión al riesgo, sustitución de consumos, intercambios con su ambiente sólo mediante precios y cantidades, coeficientes técnicos de insumo-producto extraídos del pasado, no representan la actual realidad y mucho menos sirven para proyectar el futuro.

Si algo aclaró la pandemia del COVID-19 es que el sistema económico no funciona como un sistema que sólo está abierto a otros sistemas económicos. Toda la actividad económica y social puede alterarse por perturbaciones en otros subsistemas con los cuales interactúa de forma cada vez más compleja. Las consecuencias de ignorar las advertencias sobre la posible propagación de un virus de alto impacto, la organización de los sistemas de salud con orientación más bien “curativa” que “preventiva”, la desjerarquización de bienes y servicios públicos en favor de consumos privados fragmentados, son todos elementos que explican en parte los problemas para mitigar el impacto de la pandemia.

El principio de precaución recomienda otras acciones, incluyendo el cambio de los indicadores económicos y sociales que se utilizan para el análisis, que no sirven para medir el bienestar presente y futuro ni tampoco para evaluar y predecir los puntos de inflexión que podrían producirse como resultado de la crisis climática. Se sigue pensando que la situación normal es la tendencia a la estabilidad del sistema, pero eso sólo sirve para preservar el *status quo* y no prevenir males mayores.

Como lo indico en otro trabajo (Lo Vuolo 2014), las probabilidades crecientes del colapso climático vuelven necesario revisar el propio concepto de “riesgo social” en base al cual se sostienen los sistemas de protección social. Más aún en América Latina, donde la heterogeneidad de los países y los problemas estructurales de desigualdad no sólo que han funcionado como barreras para la expansión de los seguros sociales, sino que además vuelven muchos más asimétricos los impactos tanto del colapso climático como de muchas políticas públicas vinculadas al mismo.

Es que en la región los problemas no sólo ni tanto se vinculan a las emisiones de carbono de ciertas industrias, sino que abarcan cuestiones vinculadas a la deforestación, la minería a cielo abierto, la contaminación de reservas acuíferas, la extracción de recursos gasíferos con métodos no convencionales, el agotamiento de suelos por uso de agroquímicos,

etc. Todas estas cuestiones tienen impactos fuertemente regresivos y perjudican a los grupos más desaventajados y vulnerables. América Latina no sólo es una región de desarrollo trunco bajo las premisas del capitalismo industrial, sino que además es altamente vulnerable al colapso climático derivado del régimen económico vigente.

En este rediseño, se debería incorporar las incertidumbres y complejidades asociadas con el cambio climático como nuevos riesgos sociales que es imprescindible asegurar y en todas las políticas que pretendan ser efectivas para reducir las desigualdades presentes y futuras. El principio generalizado de precaución y prevención obliga a reformular los principios de organización de los sistemas de protección económica y social otorgando prioridad a las garantías de acceso a bienes y servicios públicos que atiendan necesidades humanas básicas¹⁰.

En breve, en lugar de pretender beneficios máximos para algunos y asistencia social condicionada y mínima para muchos, lo que hay que buscar es construir redes preventivas de beneficios universales e incondicionales para toda la población. Para ello, en lugar de pretender ganancias máximas para unos pocos, se trata de garantizar pérdidas mínimas para la mayoría.

Esto obliga a revisar las propias “funciones objetivo”, además de los métodos, de la mayoría de los modelos de análisis económico estándar (que cada vez se extienden más a otras ciencias sociales). Objetivos como “tasa máxima de crecimiento”, “sustitución de importaciones”, “imitación de consumo”, etc. deben ser revisados para adecuarlos a los tiempos del colapso climático. Modelos de equilibrios, de gestión de riesgos individuales, etc., también deberían ser revisados.

Por supuesto, esto lleva a la pregunta: ¿puede hacerse esto bajo los estímulos y las reglas de funcionamiento del capitalismo democrático? Dejaré esa intrigante cuestión para futuros trabajos.

¹⁰ Ver Lo Vuolo 2014 y Filgueira y Lo Vuolo 2020.

Aquí simplemente abro un poco más el interrogante previo. Si el capitalismo se dinamiza por las ganancias de corto plazo y la democracia por los resultados electorales de corto plazo, ¿pueden los temas trascendentes de largo plazo ser considerados?

Por lo mismo, si atender las cuestiones del colapso ambiental implica pérdidas de consumo presente para los grupos más aventajados, pérdidas para ciertas unidades productivas de poder concentrado y pérdidas para una clase política acostumbrada a apostar al crecimiento económico y al “derrame” de beneficios hacia la masa de votantes, ¿quién se hará cargo de impulsar las decisiones necesarias para el cambio de las reglas operativas del actual sistema económico, social y político?

7. Comentarios finales en defensa de la vanguardia ambiental

Lamentablemente, no se observa que estos interrogantes preocupen a las elites dirigentes y sus grupos acólitos, interesadas en sus ganancias económicas y electorales de corto plazo. Pese a su enorme responsabilidad en los temas vinculados a la crisis climática, las elites no consideran que los temas trascendentes para la humanidad sean de su incumbencia.

Este es uno de los motivos principales por los cuales es muy difícil que se encuentre solución al problema: las elites dominantes no tienen interés en pagar costos presentes por beneficios futuros. Y el público en general tiene pocos incentivos para demandar la atención de estas cuestiones, porque los estímulos de su vida cotidiana se concentran lógicamente en la supervivencia y el bienestar presente. Así, el sistema que lleva al colapso se vuelve cada vez más autorreferencial y la “transición” muy difícil, sino imposible. El analfabetismo ambiental y no la defensa del medio ambiente es el problema principal a resolver.

Como lo sugiere Jean-Pierre Dupuy (Dupuy 2004), sólo se cree en las catástrofes en retrospectiva, una vez que sucedieron. Esto dificulta no sólo la comprensión sino mucho más la acción. Esto lo lleva a sugerir que, cuando lo imposible se vuelve altamente probable, lo que puede esperarse es que avance lo que llama “catastrofismo ilustrado”: una nueva forma de pensar nuestro mundo de vida asumiendo la posibilidad de una catástrofe.

Para Dupuy, lejos de ser inmovilizadora, esta postura es la que permite seguir viviendo y tomar medidas bajo las incertidumbres estructurales que acechan: el catastrofismo ilustrado sugiere actuar como si los cambios abruptos estuvieran asegurados, y hacer todo lo posible para que no se produzcan. Muy en línea con el principio de precaución planteado por Weitzman en su teorema lúgubre.

Esta función la está cumpliendo hoy la ciencia del clima y los movimientos ambientalistas de todo tipo. Lejos de ser “bobo”, el ambientalismo sustentado en las evidencias científicas es la verdadera vanguardia esclarecida que anticipa el futuro y es capaz de imaginar otro mundo posible. En cierto modo, también se lo puede considerar revolucionario en tanto comprende y hace visibles los problemas globales que las elites niegan, al tiempo que cuestiona las relaciones de poder establecidas; esto incluye la relación de poder entre la Humanidad y la Naturaleza.

El ambientalismo es hoy un elemento fundamental de la vanguardia global, en tanto también entiende que los problemas no se resuelven con acciones localizadas sino con acciones globales que reconocen la interdependencia entre las distintas formas de vida y los sistemas sociales. Más allá de quienes intentan acciones creativas en espacios locales, casi como una forma de resistencia, está claro que un problema global de la magnitud del cambio climático reclama acciones globales. Y aquí, claro, está otro de los problemas graves para la toma de decisiones.

La actitud lúcida y racional que interpreta e interpela el actual funcionamiento de los sistemas económicos y sociales es la única que nos permitirá tener proyección futura en base al conocimiento científico, la razón y la intuición lógica. No es de extrañar que, como siempre sucedió en la historia de la humanidad, que quienes tienen esa actitud lúcida y racional sean ignorados, perseguidos, y en muchos casos directamente eliminados. Es la consecuencia lógica de enfrentarse a una constelación de poder dominada por el conservadurismo reaccionario; esto incluye al auto-proclamado “progresismo” (sea de “derecha” o de “izquierda”).

Frente a estas posturas reaccionarias, la vanguardia ambiental representa una suerte de nueva ilustración en tanto sus reclamos trascienden el interés particular inmediato y encarnan valores universales. Además, la vanguardia ambiental sienta las bases de un

programa de investigación no sólo en ciencias naturales sino también en ciencias económicas y sociales, que hace tiempo están atascadas en un trabajo auto-contemplativo, subordinado a intereses particulares y poco trascendentes.

8. Referencias

- Aglietta, M. y N. Valla. 2021. *Le futur de la Monnaie*. Odile Jacob, Paris.
- Dupuy, J. P. 2004. *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible devient certain*. Éditions du Seuil, Paris.
- Filgueira, F. y R. M. Lo Vuolo. 2020. *La reducción del espacio público en América Latina. Elementos para la construcción de una contra-hegemonía en la producción y distribución de bienes y servicios sociales*, Documento de Trabajo Ciepp N° 105, Buenos Aires.
- Hirschman, A. O. 1991. *The Rhetoric of Reaction. Perversity, Futility, Jeopardy*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- IPCC. 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Lo Vuolo, R. M. 2014. *Cambio climático, políticas ambientales y regímenes de protección social. Visiones para América Latina*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Lo Vuolo, R. M. 2001. *Alternativas. La economía como cuestión social*. Altamira, Buenos Aires, Argentina.
- McKibben, B. 2020. *¿Qué pasaría si Australia fuera un planeta?* Sin Permiso, <https://www.sinpermiso.info/textos/que-pasaria-si-australia-fuera-un-planeta>.
- Nordhaus, W. D. 2011. "The Economics of Tail Events with an Application to Climate Change." *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol 5, No 2.
- Nordhaus, W. D. 2009. *An Analysis of the Dismal Theorem*. Cowles Foundation for Research in Economics. Yale University, New Haven, Connecticut, USA.
- Piketty, T. 2014. *Capital in the Twenty-First Century*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Piketty, T. y G. Zucman. 2014. *Wealth and Inheritance in the Long Run*. CEPR Discussion Paper DP10072, July.

Posner, R. A. 2004. *Catastrophe: Risk and Respons.* Oxford University Press, New Yoork.

Servigne, P. y R. Stevens. 2020. *Colapsología.* Arpa, Barcelona.

Steffen, W., W. Broadgate, et al. 2015. "The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration." *The Anthropocene Review*, Vol, No, pág. 1-18.

Svampa, M. 2019. *Antropoceno. Lecturas globales desde el Sur.* La Sofia cartonera, Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba., Córdoba, Argentina.

Svampa, M. y E. Viale. 2020. *El colapso ecológico ya llegó. Una brújula para salir del (mal)desarrollo.* Siglo XXI, Buenos Aires.

Svampa, M. y E. Viale. 2014. *Maldesarrollo. La Argentina del extravismo y el despojo.* Katz editores, Buenos Aires.

UNEP. 2020. *Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission.* United Nations Environment Programme, Nairobi, 00100, Kenya.

Weitzman, M. L. 2011. "Fat-Tailed Uncertainty in the Economics of Catastrophic Climate Change." *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol 5, No 2, pág. 275-292.

Weitzman, M. L. 2009. "On Modeling and Interpreting the Economic of Catastrophic Climate Change." *The Review of Economics and Statistics*, Vol XCI, No 1, pág. 1-19.