

SOSTENIBILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO.

Ricardo Anadon

Catedrático de Ecología

El Cambio Global es el mayor problema ambiental que la humanidad debe afrontar en este siglo (Steffen et al, 2004). El rápido incremento de la población humana (aprox. 7.250 millones de personas cuando escribo el trabajo), el desarrollo tecnológico y el incremento del uso y demanda de recursos (tanto absolutos como por habitante) lleva a una perturbación del sistema Tierra, a una nueva era: el Antropoceno (Crutzen, 2002; Steffen et al, 2007); en esta una única especie tiene capacidad para modificar el Planeta. Este rápido cambio plantea retos de gran magnitud a la humanidad y ha llevado a establecer la idea de Sostenibilidad basada en “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (Informe Brundtland, 1987).

Los rápidos cambios detectados en el sistema Tierra en las últimas décadas han hecho evolucionar el concepto de sostenibilidad hacia el paradigma de la existencia de “límites planetarios” (Rockström et al, 2009 a y b), límites biofísicos de procesos y subsistemas del Planeta en los que la humanidad podría operar de forma segura, sostenible. Los complejos sistemas de la Tierra a veces responden sin problemas a los cambios a las presiones a las que se ven sometidos, pero algunos de ellos responden de manera no lineal, a veces abrupta. En esta situación de modificación severa de las condiciones ambientales de la Tierra las posibilidades de que la población futura pueda atender sus necesidades se verían comprometidas de una manera importante si se superan dichos límites. Para Rockström et al (2009 a y b) ya se han superado algunas de las barreras consideradas (fig. 1)

Uno de los nueve límites biofísicos que consideran es el cambio climático, una alteración de las condiciones climáticas a todas las escalas, desde la escala global a la escala local. El cambio de clima se

deriva del calentamiento de la Tierra asociado a la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono y otros gases (Gases de Efecto Invernadero, GEI) que amplifican el efecto invernadero de la atmósfera. Las emisiones de gases serían el resultado de dos actividades humanas principales: la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y el cambio de uso de la tierra (AR5, IPCC, 2013). La movilización de sustancias carbonadas estaría modificando la composición de la atmósfera y también del océano, en este caso provocando su acidificación, otra de las barreras planetarias consideradas.

Durante los años 2013 y 2014 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, un organismo dependiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-PNUMA), ha presentado los resultados del 5º Informe de Evaluación (AR5), por lo que parece un momento apropiado para reconsiderar la Sostenibilidad y el papel que en ella pueda jugar el Cambio Climático. Es éste un ejercicio que puede hacernos pensar a una escala temporal adecuada para enfrentarnos a uno de los retos clave de la Humanidad.

Según el AR5 (IPCC, 2014a), la primera constatación que hay que hacer es que el calentamiento del sistema climático es inequívoco y que no ha tenido precedentes en los últimos milenios. Eso quiere decir que el clima actual ya no es igual que en el pasado reciente y que con seguridad se verán modificadas las condiciones climáticas en el futuro. Los peligros a los que se verán afectadas las sociedades y los ecosistemas diferirán entre localidades y regiones de la Tierra dada la gran heterogeneidad de ambientes que existen. Los impactos que generarán también serán distintos ya que también son muy heterogéneas las poblaciones y ecosistemas que las sufrirán y la capacidad de cada una de ellas para adaptarse a los cambios. Por estas razones es difícil sino imposible hacer proyecciones generales sobre los impactos locales que va a tener el cambio climático y desde luego por ahora es complicado evaluar las consecuencias sociales y económicas a las que va dar lugar. Pero hay una conclusión que tiene que ver con la sostenibilidad y la reducción de la pobreza

que puede ser generalizada: las sociedades pobres tendrán mayores dificultades para responder al cambio y adaptarse asociadas a sus limitaciones económicas y tecnológicas.

Se reconoce en el AR5 (IPCC, 2013) que el cambio climático que está ocurriendo ya ha tenido influencia en variables ambientales significativas y generales: elevación del nivel del mar, una pérdida de masa de los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida, cambios en la pluviosidad de la mayoría de las tierras emergidas, y una rápida disminución del hielo marino en el Ártico. Entre el informe 4º y el 5º del IPCC se ha producido un incremento de la literatura que ahora permite una evaluación integral a través de un amplio conjunto de temas y sectores y puede ser un excelente punto de partida para cualquier interesado. El AR5 constata que los cambios en el clima han causado en décadas recientes impactos sobre los sistemas humanos y naturales, en todos los continentes y a través de los océanos (IPCC, 2014a).

El mantenimiento de las actividades humanas futuras, su sostenibilidad, se verá afectada por los cambios que se produzcan, su localización e intensidad. Las proyecciones sobre cambios en el futuro dependerán de la evolución de las emisiones humanas y naturales de GEI, y no hay forma de proyectar cómo lo harán. Dado que se utilizan en los modelos Rutas Representativas de Concentración (RCP, ver cuadro I) cualquier análisis de impactos previsible debe referirse a una condición futura. En muchos de los análisis se considera un valor clave el aumento de 2º C de la temperatura global del planeta, situación no conocida en el último millón de años.

Referirse a los cambios ocurridos o que se proyectan en todos los campos o sectores es prácticamente imposible en tan breve espacio, por lo que lo restringiré a algunos aspectos que me parecen interesantes. La subida del nivel del mar puede ser un buen ejemplo. El IPCC dice que se ha elevado unos 20 cm desde 1900 y que actualmente esa elevación se está acelerando. En el AR5 se proyecta (IPCC, 2013) para final de siglo un ascenso entre 0.26 y 0.82 m dependiendo del RCP considerado, aunque existan discrep-

ancias que siempre hablan de un incremento mayor. Tenemos el marco de referencia para el futuro, pero ¿Cómo debemos actuar para adaptarnos? La toma de decisiones sobre la manera de actuar depende de los responsables políticos pero también de los ciudadanos y las corporaciones, desde el nivel local al nacional e incluso al internacional. Los motivos de preocupación dependerán de los efectos locales y regionales que se prevean que cause diferentes niveles de elevación del mar, y por tanto las respuestas adaptativas a los cambios previstos diferirán de acuerdo a los aspectos impactados. Y todo ello debemos hacerlo asumiendo el nivel de incertidumbre asociado a las proyecciones de los modelos climáticos al uso. En el caso de la subida del nivel de mar se verán afectadas las comunidades costeras pero los daños esperables y la capacidad de respuesta puede ser muy diferente. Cuanto más rígidas sean las infraestructuras y mayor sea la población afectada mayor será la vulnerabilidad y también los costes de adaptación. Utilicemos tres situaciones diferentes: una isla o zona costera coralina con una elevación muy pequeña, una comunidad costera en un terreno poco elevado, una zona deltaica densamente poblada y con una actividad agrícola importante y una gran ciudad costera.

Las posibilidades de adaptación en una isla implicarían la construcción de diques y defensas ante la subida del mar. Esta acción tendría eficacia durante un tiempo limitado y pondría a la población en riesgo ante mareas de tempestades. La solución última sería el abandono de la isla convertida en inhabitable, ante riesgo como el mencionado o si se produce salinización de los acuíferos y el potencial agrícola decrece. La acción internacional sería necesaria para realojar a los habitantes que serían expatriados por la acción climática. El mismo efecto se produciría en el caso de una comunidad costera de una zona poco elevada. En este caso quedaría la posibilidad de retrasar las infraestructuras que van siendo afectadas si estas no son demasiado costosas. Un ejemplo podrían ser las construcciones palafíticas de algunas comunidades que podrían tranquilizarse sin costes prohibitivos como respuesta a la subida del nivel del mar siempre que hubiera espacio disponible. En una situación extrema se podrían

construir nuevos alojamientos en zonas más elevadas fuera del alcance del mar.

Un caso diferente lo plantean las zonas deltaicas poco elevadas. Los megadeltas son hábitats densamente poblados y generalmente con una elevada producción agrícola. La respuesta a la subida del nivel del mar es complicada al ser difícil sino imposible la defensa de todo el territorio. En algunos casos la subida del nivel del mar se ve acompañado por la disminución en el aporte de sedimentos al delta debido a presas u otros obstáculos. La construcción de diques costeros y otro tipo de defensa es costoso y exige una tecnología avanzada para que sean eficaces. Los países pobres y poco desarrollados tecnológicamente tendrán serios problemas para desarrollar programas que tendrían una enorme dimensión incluso aunque fueran posibles; pensemos por ejemplo en los deltas del Nilo o del Ganges-Bramaputra. Las poblaciones de las zonas avanzadas del delta posiblemente sólo tengan la opción de retirarse cuando el mar inunde sus territorios; esta situación ya se está dando en algunos deltas como sería el caso de la región de las Sundabans en último delta mencionado. Pero el potencial desplazamiento de millones de personas y la pérdida de terrenos agrícolas, a veces muy fértiles, puede provocar tensiones sociales difíciles de afrontar con el realojamiento de los desplazados o las tensiones provocadas por la disminución de recursos alimentarios y subidas de precio y en general un retroceso en la seguridad alimentaria de las poblaciones que puede llegar a que no puedan sostenerse con recursos propios.

Las grandes urbes costeras representan un severo problema si están asentadas en territorios poco elevados. Las zonas costeras se pueden ver afectadas por efectos combinados de la subida del mar y las mareas de tormenta; es posible que ya estemos visualizando los primeros efectos, como los daños provocados por el ciclón Katrina en Nueva Orleans, o el ciclón Sandy en Nueva York, o los daños causados por los temporales en ciudades de la costa del norte de España durante el invierno de 2014. La primera opción que se puede plantear es el incremento de las estructuras de protección. En todo caso estas tendrán un límite en su

planificación y construcción, puesto que puede afectar a otras actividades o recursos de las ciudades, como playas. Si las ciudades están ubicadas en países ricos es probable que se puedan reparar o resarcir de los daños que se produzcan y planificar y reforzar las defensas, al menos temporalmente. Esto ampliaría la ventana temporal para adaptarse a las nuevas condiciones, y se tendría una mejor perspectiva sobre los cambios que pueden generarse en el futuro. Caben otras opciones adaptativas sobre el desarrollo futuro de ciudades costeras como limitar rigideces en la zona costera potencialmente afectada por la subida del nivel del mar; no dar licencias a estructuras fijas en zonas potencialmente inundables podría ser una de ellas de manera que se limiten los efectos negativos futuros. En todo caso los daños provocados y los costes de adaptación pueden representar una parte significativa del PIB de un país o región.

Simplemente de las consideraciones que se pueden hacer de estos tres casos se puede coleccionar lo variado de las consecuencias y de las posibilidades adaptativas que se pueden establecer ante modificaciones ambientales asociadas al cambio climático. Sin embargo, hay que considerar que el cambio climático no es el único desafío que tienen los habitantes actuales de cualquier región. Por ello es problemático establecer un programa de prioridades de acción. Pero llegar a acuerdos es complejo debido a que se originan tensiones entre las demandas de las sociedades a corto plazo, en la vida normal o ante situaciones de crisis, y las respuestas a largo plazo que demanda la adaptación al cambio climático. También es muy probable que prioridades fijadas por consultores u organismos externos, nacionales o internacionales, difieran de las prioridades identificadas por las comunidades locales. La deliberación de las propuestas con amplia participación de las comunidades parece un principio necesario para implementar las agendas de adaptación (Conway y Mustelin, 2014). La participación de niños y jóvenes con actores activos en los procesos de toma de decisiones puede aumentar la equidad y la justicia intergeneracional que está implícita en las respuestas a variaciones a largo término (Hiskes, 2009).

En todo caso en términos de sostenibilidad hay que ser conscientes de que una medida básica en las estrategias de adaptación ante el cambio climático es que se deben incorporar medidas de mitigación en la emisión de gases (IPCC, 2014b), no la mera evaluación de costes y beneficios económicos. También deben emplearse todas las opciones que tengan impacto en la reducción de la pobreza y una mejora de la equidad de acuerdo a los objetivos del Milenio (<http://www.un.org/es/millenniumgoals/bkgd.shtml>). Pero las personas y comunidades deben ser informadas sobre las vulnerabilidades a las que se verán sometidas por lo que es necesario reforzar los mecanismos de participación en el contexto cultural y de la realidad local y de los propietarios. Cuando existe participación de consultores externos muchas veces se genera incompreensión por parte de las personas y comunidades por lo que los mecanismos de información y participación públicas deben ser reforzados (Conway y Mustelin, 2014).

El cambio climático es una realidad constatada que presenta peligros para las sociedades humanas y para los ecosistemas, y tiene la capacidad de generar impactos importantes en nuestras formas de vida. Ya detectamos impactos en todos los órdenes de la vida (AR5 IPCC WGII, 2014) y estos impactos se verán incrementados en el futuro. Para enfrentarnos a un cambio tan trascendente debemos incrementar nuestros conocimientos y controlar los cambios que se produzca además de implementar mejoras en la proyección de los cambios futuros. Pero también debemos preparar a nuestras sociedades para los cambios que habrá que introducir en nuestras formas de vida y tecnologías; estos cambios que diferirán entre países y comunidades deben asegurar la sostenibilidad de la actividad humana fundamentalmente reduciendo la intensidad del cambio, mitigando, y preparando los sistemas productivos y los naturales para las nuevas situaciones, adaptándonos. Sólo si realizamos de forma eficaz estas dos acciones a escala global podremos garantizar una vida razonable a las generaciones futuras.

Definiciones de términos en el Resumen para responsables de políticas del Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo II del IPCC (IPCC, 2013, 2014 a y b; http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf)

Cambio climático: El cambio climático se refiere a un cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, mediante el uso de pruebas estadísticas) por los cambios en la media y / o la variabilidad de su propiedades, y que persiste durante un período prolongado, típicamente décadas o más. El cambio climático puede ser debido a procesos internos naturales o forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, las erupciones volcánicas y los cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra.

Peligro: La ocurrencia potencial de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre o impacto físico que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos a la salud, así como daños y pérdida de propiedades, infraestructuras, medios de vida, prestación de servicios, los ecosistemas y recursos ambientales.

Vulnerabilidad: La propensión o predisposición a verse afectados de manera adversa. Abarca una variedad de conceptos y elementos incluyendo la sensibilidad o susceptibilidad a daños y la falta de capacidad para hacer frente y adaptarse.

Impacto: Efectos sobre los sistemas naturales y humanos. En este informe, se utiliza los impactos a largo plazo principalmente para hacer referencia a los efectos sobre los sistemas naturales y humanos de las condiciones meteorológicas extremas y el clima eventos y del cambio climático. Los impactos se refieren en general a los efectos sobre la vida, los medios de vida, la salud, ecosistemas, las economías, las sociedades, las culturas, los servicios y la infraestructura debido a la interacción de cambios climáticos o fenómenos meteorológicos peligrosos que ocurren dentro de un período de tiempo específico y la vulnerabilidad de una sociedad o un sistema expuesto. Los impactos también se conocen como consecuencias y resultados. Los impactos del cambio climático en los sistemas geofísicos,

incluyendo inundaciones, sequías, y la elevación del nivel del mar, son un subconjunto de los impactos llamada impactos físicos.

Adaptación: El proceso de adaptación al cambio climático, reales o previsibles y sus efectos. En sistemas humanos, la adaptación tiene por objeto moderar o evitar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar la adaptación al cambio climático y sus efectos esperados

Rutas Representativas de Concentración (RCPs) son cuatro trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptadas por el IPCC por su Quinto Informe de Evaluación (AR5)

Referencias

Conway, D. Mustelin, J. Strategies for improving adaptation practice in developing countries. *Nature Climate Change*, 4(5): 339-342

Crutzen, P.J. 2002. Geology of mankind: the Anthropocene. *Nature* 415:23.

Hiskes, R.P. 2009. The Human right to a Green future: Environmental rights and intergenerational justice. Cambridge Univ. Press, Nueva York. 171 pp.

IPCC. 2013. Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, USA. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf

IPCC. 2014a. Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policymakers. Field, C.B. et al, editors. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_approved.pdf

ry-for-policymakers_approved.pdf

IPCC. 2014b. Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_approved.pdf

Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development, World Commission on Environment and Development, 1987. Published as Annex to General Assembly document A/42/427, Development and International Cooperation: Environment August 2, 1987. Retrieved, 2007.11.14

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. y Foley J.A. 2009a. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461: 472-475

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. y Foley J.A. 2009b. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2): 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

Steffen, W. Sanderson, R. A. Tyson, P. D. Jäger, J.P. Matson, A. Moore III, B. Oldeld, F. Richardson,

K. Schellnhuber, H. J. Turner II, B. L. y Wasson R. J. Global Change and the Earth System. A Planet under pressure. IGBP series. Springer, Berlin Heidelberg, Germany, 2004.

Steffen, W., Crutzen, P.J. y McNeill, J.R. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, 36:614–621.

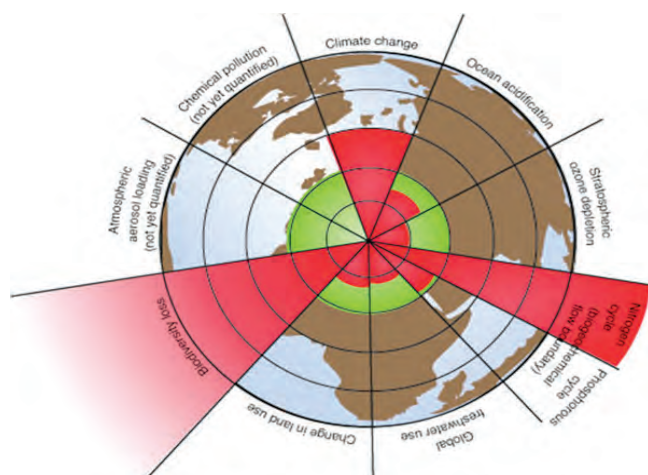


Figura 1.

Propuesta de Rockström et al (2009) sobre los límites de operación segura para nueve sistemas planetarios. El sombreado verde interior representa el espacio seguro para operar. Las cuñas rojas representan una estimación de la posición actual de cada variable. Los límites en tres sistemas (tasa de pérdida de biodiversidad, cambio climático e interferencia humana con el ciclo del nitrógeno), ya habrían superado los límites.