

Desmontando la paradoja de la sostenibilidad

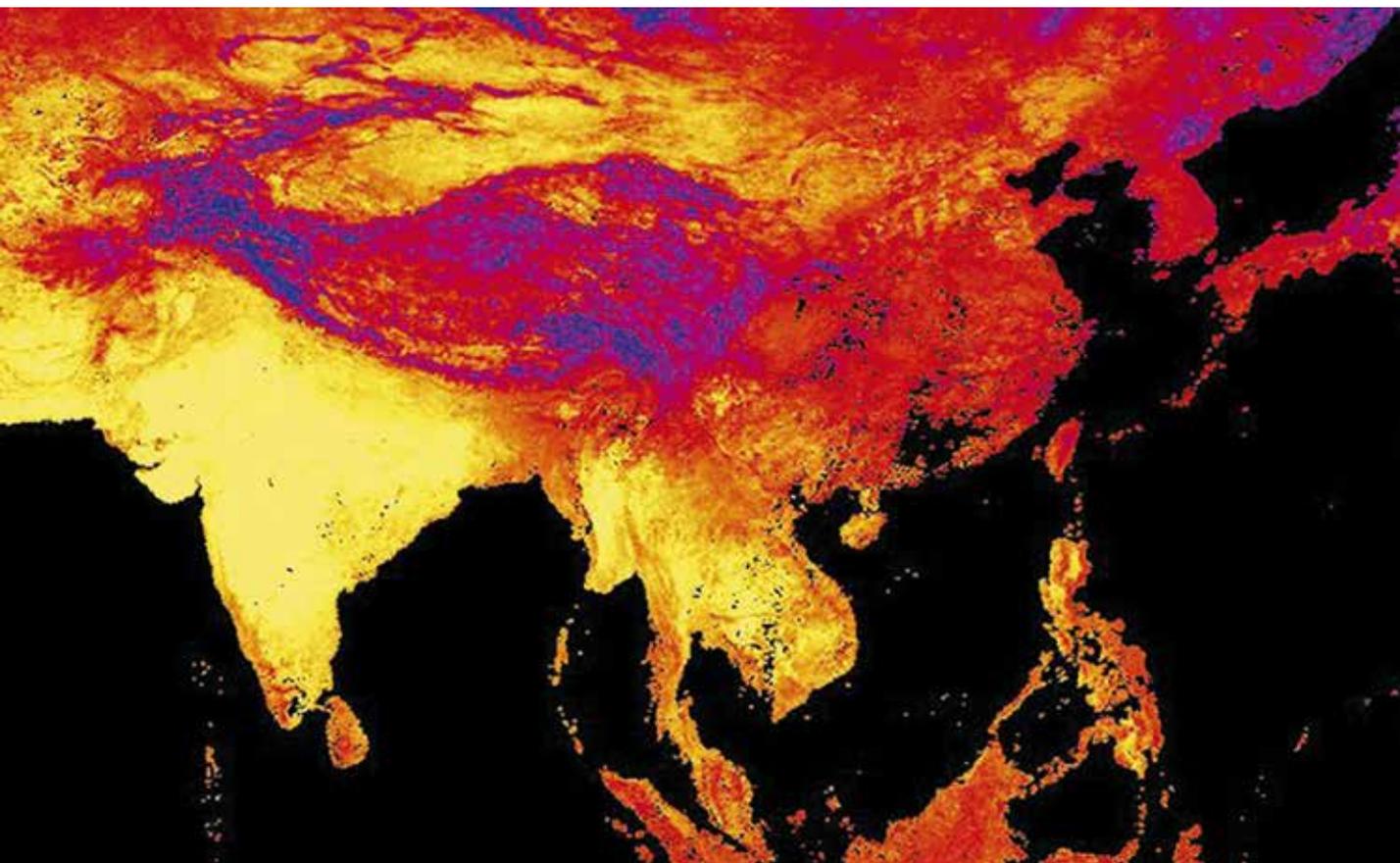
Miriam García García

Ya desde finales de los años setenta, el calentamiento global, el agotamiento de los recursos naturales, la pérdida de la biodiversidad o la contaminación, forman parte de la preocupación por los profundos desequilibrios de las condiciones que mantienen la vida en la Tierra. Unos desequilibrios que se hacían perceptibles en distintas partes del planeta advirtiendo de una crisis ecológica global de alcance indefinido, aunque de consecuencias catastróficas. En este contexto, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo en junio de 1972, hizo hincapié en reconocer que el hombre es a la vez obra y artífice del medio que lo rodea, el cual le da el sustento material y le brinda la oportunidad de desarrollarse intelectual, moral, social y espiritualmente. Es decir, que es el hombre quien con sus acciones interfiere con los procesos naturales ralentizando unos y catalizando o acelerando otros. Es necesario abandonar la perspectiva del consumidor de recursos, como agente externo al medio, para abrazar la del regulador, como parte de un sistema más amplio. Un regulador de ecosistemas es una especie que utiliza una parte de los recursos del sistema y a cambio realiza acciones que son necesarias para el funcionamiento del mismo. Los animales por ejemplo son reguladores de los ecosistemas y posibilitan el flujo de energía. Por lo tanto entre una especie y el sistema hay una relación dinámica en la que ambas partes tienen la capacidad de evolucionar y adaptarse.

Por supuesto, hay especies que no lo consiguen y se extinguen; quizás ese sea el destino final de la especie humana.

DOS NUEVOS CONCEPTOS NACIDOS EN LOS 80: DESARROLLO SOSTENIBLE Y CAMBIO CLIMÁTICO

Una década más tarde, la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (*World Commission on Environment and Development*) celebrada en octubre de 1984, atendiendo a la llamada de la Asamblea General de las Naciones Unidas para establecer una agenda global para el cambio (*A global agenda for change*) ponía de nuevo sobre la mesa la necesidad de conciliar desarrollo y preservación de los recursos. Un par de años más tarde, 1986 se estimó como el último año en el que el conjunto del planeta fue capaz de regenerar y asimilar tantos recursos ecológicos como los que había consumido. Es entonces cuando en abril de 1987 se publica el Informe sobre *Nuestro futuro común*, coordinado por la primera ministra noruega, Gro Harlem Brundtland, que planteaba la posibilidad de obtener un crecimiento económico basado en políticas de sostenibilidad. La sostenibilidad, o el desarrollo sostenible, se definía como “aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.”



No era la primera vez que se enunciaba este concepto, pero sin duda alguna este será el texto que le confiera difusión internacional. El desarrollo sostenible irá creciendo en popularidad hasta que en 1992, durante la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, se asume esta definición proclamándose como el nuevo paradigma que nos permitiría continuar mejorando la calidad de vida de las poblaciones sin destruir el medio ambiente¹. Curiosamente es también en 1992 cuando Andrew Revkin acuñó el término Antropoceno en su libro *El calentamiento global: Comprensión de la Previsión*. Revkin advertía entonces de que los efectos del

hombre sobre el planeta desde la Revolución Industrial habían supuesto la aparición de una nueva era geológica, esta vez fruto de nuestra propia creación. Una era geológica marcada por la aceleración, el consumo de recursos por encima de su capacidad de regeneración y el aumento de las emisiones de gases efecto invernadero. Aunque finalmente esta nueva era es conocida como Antropoceno, denominación acuñada por el ganador del premio Nobel de química Paul Crutzen en el año 2000. Más allá de la denominación, lo importante es reconocer que desde que tras la Revolución Industrial empezara a cambiar la composición química de la atmósfera, las acciones humanas tienen la capacidad de alterar sustancialmente las condiciones de vida en la Tierra. La atmósfera, los océanos, el clima o los ecosistemas están operando fuera de las lógicas del Holoceno. Los denominados como “sistemas de soporte vital”, esenciales para la vida humana en la Tierra son más vulnerables que nunca. Dos de ellos, el cli-

Imagen que muestra la superficie de la temperatura de la Tierra en Asia entre el 15 y 23 de abril de 2016. Recogida por el Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) de la NASA.

¹ La Cumbre de la Tierra se denomina a las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo, celebradas cada diez años desde 1972 entre los jefes de estado de todos los países del mundo, con el objetivo de alcanzar acuerdos sobre temas como el desarrollo, el medio ambiente, la biodiversidad o el cambio climático. La de 1982 es la segunda y en ella nace la Agenda 21, se aprueba el Convenio sobre el Cambio Climático y el Convenio de la Diversidad Biológica, entre otros.

ma y el ciclo del nitrógeno están en peligro de fracasar, mientras que otros, como la biodiversidad, ya han entrado en crisis. Hasta el punto de que los años 2014, 2015 y lo que llevamos de 2016, son los más calurosos desde que se conocen registros, hace 150 años. Estas temperaturas son debidas al fenómeno climático conocido como “El Niño” que desplaza masas de agua caliente a la superficie de los océanos aumentando así su temperatura global. Fenómeno que se ve amplificado por el calentamiento global debido a las actividades humanas. Esto supone un calentamiento global entre 20 y 50 veces más rápido de los procesos naturales de la Tierra². A pesar de que estos datos son estadísticos y científicos no es menos cierto que de algún modo todos experimentamos los efectos de este calentamiento. Largos y cálidos veranos, floraciones prematuras o inundaciones mayores provocadas por lluvias cada vez más intensas y frecuentes, se hacen sentir en nuestro entorno. A nivel global se produce un aumento de los incendios, periodos de sequía más largos en algunas regiones mientras que otras sufren tormentas y huracanes de mayor intensidad y duración, los glaciares se están derritiendo de tal forma que aportan mayor caudal de agua a los ríos y lagos y aceleran la subida del nivel del mar.

En definitiva, se podría decir que a escala global nuestros modelos de desarrollo son claramente insostenibles. Porque si bien es cierto que el término desarrollo sostenible pretendía poner de manifiesto la insostenibilidad del modelo desarrollista desde la Revolución Industrial, no es menos cierto que ha servido de paraguas conceptual de muchas de las obras, infraestructuras y desarrollos más perturbadoras para el medio llevados a cabo. Como apunta José Manuel Naredo, pionero de la economía ecológica en España, “la grave indefinición con la que se maneja este término empuja a hacer que las buenas intenciones que lo informan se queden en meros gestos en el vacío, sin que apenas

contribuyan a reconvertir la sociedad industrial sobre bases más sostenibles”. Esta es la gran paradoja de la sostenibilidad, que esconde su ambigüedad conceptual y su debilidad operacional, a pesar de su enorme popularidad.

¿CÓMO SE PUEDE MEDIR LA SOSTENIBILIDAD?

Precisamente por ello los modelos más extendidos de medición de la sostenibilidad suelen reducirse a parámetros alejados de la comprensión del funcionamiento de los sistemas y de sus interrelaciones. Esta dificultad supone que la mayoría de las veces se analice desde el punto de vista cuantitativo, como un proceso lineal en un contexto cerrado desde el punto de vista espacial y temporal. Porque, ¿cómo se puede medir la sostenibilidad? ¿Cómo podemos estar seguros de que las hipótesis formuladas hoy van a cumplirse? En el actual escenario de crisis climática resulta poco realista definir y mucho más aún cuantificar las variables de un mundo sostenible, porque para lograrlo se necesitan condiciones estables que hoy sabemos que no se dan, ni pueden darse en Sistemas Adaptativos Complejos (*Complex Adaptive System*, CAS). Y es que hoy también sabemos que la biósfera, los partidos políticos, las comunidades, las ciudades y regiones son CAS; también los fenómenos climáticos, y son además impredecibles.

No se trata de desmontar los objetivos que están detrás del concepto de sostenibilidad o de desarrollo sostenible, sino de clarificar un enfoque que permita su operatividad de manera colectiva. El camino de la sostenibilidad se dará a través de la mejora cualitativa de la capacidad de adaptación de los sistemas. Para ello es necesario relacionarlos con su contexto real. Un contexto de escala global, a pesar de que las acciones sean locales, y en constante cambio fruto de procesos internos y agentes externos. Esto es lo que Alan Berger denomina como *Exterial Landscapes*, como reflejo de un entendimiento de los recursos naturales desde la perspectiva socio-económica. Porque incluso líneas de

² El Panel de expertos Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) en la 43 sesión celebrada en Nairobi, Kenya, en abril de 2016 acordó abordar en el próximo informe las consecuencias del calentamiento global de 1,5 °C.



Esta foto, proporcionada por la Guardia Costera de los Estados Unidos, muestra las avenidas y los daños provocados por el huracán Katrina en Nueva Orleans el 29 de agosto de 2005.

No se trata de desmontar los objetivos que están detrás del concepto de sostenibilidad o de desarrollo sostenible, sino de clarificar un enfoque que permita su operatividad de manera colectiva. El camino de la sostenibilidad se dará a través de la mejora cualitativa de la capacidad de adaptación de los sistemas. Para ello es necesario relacionarlos con su contexto real. Un contexto de escala global, a pesar de que las acciones sean locales, y en constante cambio fruto de procesos internos y agentes externos

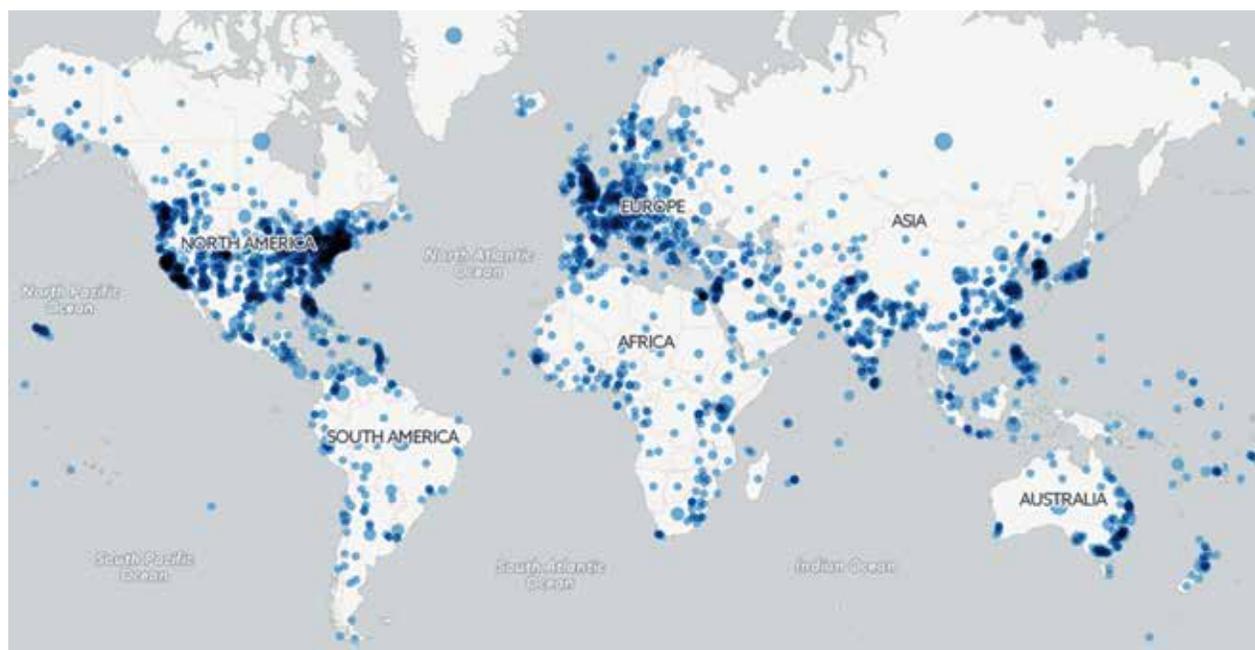
pensamiento que consideran los recursos naturales como un bien común defienden la explotación de los mismos a favor del desarrollo socio-económico. Sin embargo, la mayoría de las veces quienes explotan dichos recursos no son propietarios de los mismos y por lo tanto las externalidades de dicho desarrollo son absorbidas por la colectividad. Así es como surge el concepto de externalidad, es decir, el de un coste que es absorbido no por el creador del mismo, imaginemos una empresa contaminante o una presa, sino por la sociedad en general. La mayoría de las veces las externalidades, o si se prefiere los efectos socio-ambientales, son tratados con distancia ante la imposibilidad de predecir sus consecuencias. Pero a pesar de no poder predecirlas, el paraguas de la sostenibilidad y su simplificación mediante un conjunto de parámetros, ha supuesto consecuencias devastadoras para los humanos y los sistemas naturales.

Las inundaciones, por ejemplo, están consideradas como la tercera catástrofe mundial. Basta solo mencionar que desde que en 1936 se aprobara en USA la Ley de control de inundaciones (*Flood Control Act*), *The Army Corps of Engineers* ha empleado 23 billones de dólares en la construcción de estas infraestructuras de control y defensa en las zonas más pobladas. Sin embargo, estas obras han generado externalidades negativas en el entorno. Así por ejemplo los diques a lo largo de los ríos Missouri y Mississippi capturan sedimentos tras sus estructuras impidiendo su acumulación aguas abajo y la creación de suelos para los humedales “protectores” del Golfo de Méjico. Precisa-

mente esta ha sido la causa fundamental que alimentó el catastrófico impacto del huracán Katrina en agosto de 2005. Como es de imaginar, nadie había calculado esta pérdida de sedimentos durante la construcción de los diques. Sin duda una “externalidad” de consecuencias devastadoras.

Pero si hay un fenómeno que ha puesto en evidencia la fragilidad de la aplicabilidad del concepto de desarrollo sostenible este es sin duda el cambio climático. Sus efectos impredecibles, con interrelaciones planetarias y distintas manifestaciones locales, convertidas en huracanes, tormentas cada vez más intensas y frecuentes, periodos prolongados de sequía, cambios en la composición de los suelos y de la calidad de las aguas, son indicadores de que el camino de la sostenibilidad recorrido conduce a una crisis ambiental global de efectos cuando menos inquietantes para el planeta y para los seres que lo habitamos.

En este contexto, en enero de 2012, el Alto Comité de Sostenibilidad Global de la Organización de las Naciones Unidas, ONU, publicó un documento-base denominado *El futuro que vale la pena escoger: Gente Resiliente; Planeta Resiliente* (Nations, 2012). En este documento se reconoce que el concepto de desarrollo sostenible, aunque generalmente aceptado, no ha sido capaz de llevarse a la práctica. El documento del Alto Comité pone precisamente el énfasis en la necesidad de nuevos enfoques que reconozcan las externalidades ambientales de las acciones, pero también de la inacción. Advierte que el desarrollo sostenible no es un destino,



Esta crisis climática se manifiesta con diferentes intensidades y escalas a lo largo del planeta, relacionando la dimensión económica, ecológica, política y social. La imagen muestra el mapa de las localizaciones de noticias relativas al cambio climático recogidas en los medios de comunicación en 65 idiomas desde el 19 de febrero al 25 de septiembre de 2015. GDELT Project.

sino parte de un proceso dinámico de aceptación, aprendizaje y acción en el que es necesario reconocer las interrelaciones entre el medio natural, la economía y la sociedad.

UN NUEVO CONCEPTO: RESILIENCIA

Parece lógico pensar que todas estas cuestiones demandan una aproximación diferente al concepto de desarrollo sostenible desde el diseño, la planificación y la gestión de nuestros entornos y ciudades. Una perspectiva que explícitamente les dote de capacidad para la adaptación a largo plazo y ante las crisis o perturbaciones. Una viabilidad ecológica, cultural y económica que se ha denominado como resiliencia, tal y como apuntaba el documento del Alto Comité y que supone una renovación en la manera de entender las relaciones entre hombre y naturaleza que había dominantes en la Modernidad. Probablemente la noción más extendida de este concepto tenga que ver con la capacidad de un sistema de sobreponerse y recuperarse tras una perturbación, pero su alcance va mucho más allá. En las últimas décadas este concepto ha

evolucionado llegando a convertirse en el marco para la comprensión de cómo los sistemas complejos se auto-organizan y cambian a lo largo del tiempo. Así, se ha definido también como “a broad, multifaceted, and loosely organized cluster of concepts, each one related to some aspect of the interplay of transformation and persistence” (Carpenter y Brock 2008).

A pesar de tratarse de un concepto que en la actualidad tiene una presencia creciente en la planificación y la gestión de las ciudades y regiones, su estudio se ha desarrollado, desde hace ya más de 50 años, desde diversos campos como la psicología o la ecología. No obstante también es necesario reconocer que aunque la literatura sobre resiliencia es abundante, es todavía un concepto en construcción, especialmente en lo que a su aplicación se refiere. Se podría decir que básicamente y pesar de sus distintas interpretaciones en las diferentes disciplinas, es posible diferenciar al menos tres variaciones, de complejidad creciente, del concepto de resiliencia: lo que se conoce como Resiliencia Ingenieril (o de sentido común), la Resiliencia de Sistemas y la Resiliencia en Sis-

temas Adaptativos Complejos. La Resiliencia Ingenieril se utiliza, por ejemplo en el desarrollo de programas educativos, la Resiliencia de Sistemas tiene más difusión en el campo de la gobernanza y la gestión y la Resiliencia de los Sistemas Adaptativos Complejos se ha utilizado en la economía, la innovación y tecnología, la historia y la planificación ambiental y urbana.

La Resiliencia Ingenieril es la aproximación más directa al concepto de resiliencia, e implica la capacidad de recuperarse más rápido después del estrés y ser capaz de soportar cada vez un nivel mayor del mismo. En este sentido, ser resiliente implica soportar una gran perturbación sin cambiar, desintegrarse, o ser dañado de manera permanente; regresando a la normalidad rápidamente y con la menor distorsión. Esta es probablemente la acepción del concepto más extendida, sin embargo es también la de menor alcance. Su nombre proviene de sistemas como puentes u otras infraestructuras, que están diseñadas para soportar grandes situaciones de estrés y recuperarse de manera rápida cuando éstas cesan. También se utiliza en el campo de la sociología aplicado a los seres humanos que han sufrido acontecimientos traumáticos. Esta acepción del término resiliencia pone el acento tan solo en la disminución del riesgo y la recuperación de las condiciones de partida. Defiende que existe solamente un estado de equilibrio, que los elementos vuelven a ese estado de equilibrio después de una perturbación y que las perturbaciones son esperadas y conocidas. Por lo tanto, se trata de una aproximación que no es aplicable a los ecosistemas y a las ciudades entendidas como tales, que como sabemos se encuentran en constante proceso de transformación fruto de características internas del sistema o como reacción/ adaptación a agentes o condiciones externas a los que están vinculados de manera directa o indirecta. Es decir, no es aplicable a sistemas socio-ecológicos complejos.

En este caso es necesario afrontar la perspectiva que da la resiliencia ecológica (ecological resilience), es decir a la resiliencia de los CAS. Es importante esta precisión puesto que en base a

la acepción ingenieril del concepto de resiliencia se han llevado a cabo (todavía sigue siendo la mirada más extendida) las grandes estrategias de gestión hidráulica, defensa o portuarias, entre otras. Estrategias (diques, canales, escolleras, ect) que hoy en día se entenderían desde otras perspectivas más amplias como contradictorias con los medios en los que se han aplicado por su incapacidad de adaptación, auto-organización y aprendizaje (Holling 2009).

Por ello una aproximación un poco más amplia es la conocida como Resiliencia de Sistemas, que frente a la Ingenieril lleva implícita el concepto de cambio. Desde esta perspectiva, un sistema engloba al conjunto de agentes y a las relaciones entre ellos. De este modo para que un sistema siga funcionando tras una situación de estrés o de perturbación, el sistema o una parte del mismo, experimenta un cambio interno. Este es un enfoque coherente con el contemporáneo entendimiento dinámico de los sistemas y con la Teoría de la evolución defendida por Wallace y luego Darwin. Teoría que, por otro lado, ha ido evolucionando hasta nuestros días, traspasando la frontera determinista de la evolución para abrazar la de la capacidad inherente de adaptación de algunos sistemas, los denominados CAS. Un CAS, denominación acuñada en el interdisciplinario Santa Fe Institute por John H. Holland, Murray Gell-Mann y otros, es un tipo de sistema complejo, es decir, que además de ser diverso y de estar formado por distintos elementos interrelaciones, tiene la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia. Un CAS es *"a system composed of a heterogeneous assemblage of types, in which structure and functioning emerge from the balance between the constant production of diversity, due to various forces, and the winnowing of that diversity through a selection process mediated by local interactions"* (Levin 1999). La resiliencia de los CAS tiene que ver precisamente con esta singularidad, con su capacidad de adaptabilidad, que no es solo adaptación o cambio, sino que significa la capacidad de generar nuevos modos de auto-organización tras las perturbaciones. Esta capacidad de auto-organización está directa-

mente relacionada con la innovación ante una nueva situación, incluso ante situaciones que pueden no haber sido previstas. De este modo, las funciones principales de los CAS pueden no resultar alteradas tras una perturbación, pero su estructura, su modelo de organización, sí. Pero además los CAS, tras una perturbación o fruto de su propia evolución, pueden asumir nuevas funciones, esta propiedad es la que se conoce como capacidad de transformación. Una cualidad imprescindible de incorporar al concepto de resiliencia desde el punto de vista de la planificación y el diseño.

Efectivamente, la teoría dominante en el siglo XX estaba construida sobre la idea de la sucesión ecológica de las comunidades en la búsqueda de la estabilidad (o equilibrio) dentro de diferentes medios (Clements 1916). Frente a esta aproximación, en los años 70 del siglo pasado surge el concepto de resiliencia como reacción a la estabilidad aplicada a la ecología. C. S. Holling avanzaba el concepto de resiliencia ecológica (*ecological resilience*) frente a la tradicional discusión sobre la estabilidad de los sistemas (naturales y sociales). “*I propose that the behavior of ecological systems could well be defined by two distinct properties: resilience and stability. Resilience determines the persistence of relationships within a system and is a measure of the ability of these systems to absorb changes of state variables, driving variables, and parameters, and still persist. In this definition resilience is the property of the system and persistence or probability of extinction is the result. Stability, on the other hand, is the ability of a system to return to an equilibrium state after a temporary disturbance. The more rapidly it returns, and with the least fluctuation, the more stable it is. In this definition stability is the property of the system and the degree of fluctuation around specific states the result*” (Holling 1973, 17). Es decir, los ecosistemas no evolucionan hacia un único estado de equilibrio, sino a través de periódicos ciclos de cambio. De este modo la resiliencia representa la capacidad de un sistema de absorber y aprender de las perturbaciones a las que se ve sometido consiguiendo salir adelante sin cambios sustanciales en su estructura y

Probablemente la noción más extendida de resiliencia tenga que ver con la capacidad de un sistema de sobreponerse y recuperarse tras una perturbación, pero su alcance va mucho más allá. En las últimas décadas este concepto ha evolucionado llegando a convertirse en el marco para la comprensión de cómo los sistemas complejos se auto-organizan y cambian a lo largo del tiempo

función, o sin transformar cualitativamente su estado. Desde este punto de vista un sistema puede ser muy resiliente y fluctuar mucho, es decir tener poca estabilidad. De hecho, según el propio Holling, los sistemas complejos fluctúan más que los sencillos. En la naturaleza las modificaciones en el medio físico pueden ser una herramienta poderosa de cambio evolutivo.

El concepto de resiliencia se revela, entonces, como contrapunto al de vulnerabilidad, cuestión que le ha valido su aceptación e integración en otras disciplinas, como la planificación y el diseño, y tiene por lo tanto un alcance físico, social, económico y medioambiental. Así una gestión o un diseño basado en el concepto de resiliencia, para Holling, enfatizaría la necesidad de dejar opciones abiertas y de dotar de heterogeneidad al sistema (Holling 1973, 21). Esta aproximación defendida por Holling ha sido denominada *ecological resilience* o *ecosystem resilience*, y enfatiza la persistencia, el cambio, y la imprevisibilidad en oposición a la resiliencia ingenieril dominante en el campo del diseño y la planificación que se centra por el contrario en la eficiencia, la constancia y la previsibilidad (Holling 1996).

RESILIENCIA Y CAS

Hay otros dos conceptos interesantes de diferenciar, la denominada resiliencia específica (*specified resilience*) con la que se denomina a la capacidad de un sistema determinado a responder a una perturbación conocida. Y la resiliencia general (*general resilience*), referida a la capacidad de todo el sistema de sobreponerse a diferentes perturbaciones o cambios no conocidos. Esta distinción es importante, porque si nos centramos en la resiliencia específica, el sistema en su conjunto se puede volver menos diverso, menos flexible, menos receptivo a interrelaciones y, por lo tanto, más vulnerable (Walker y Salt. 2006). Es aquí cuando la cuestión de la escala aplicada a la planificación cobra sentido, ya que esta característica de los CAS supondría analizar los eventos desde una perspectiva regional en vez de local. Esto es así puesto que los CAS se caracterizan por la auto-organización o auto-regulación, mediante la cual pequeñas interacciones a pequeña escala se transforman en patrones emergentes a gran escala. Para posibilitar esta auto-organización los sistemas han de ser heterogéneos, carecer de linealidad cronológica, contar con una organización jerárquica y flujos. De nuevo, qué lejos queda este enfoque si pensamos en la planificación y las infraestructuras “sostenibles” llevadas a cabo en numerosas partes del globo y por supuesto en nuestro país.

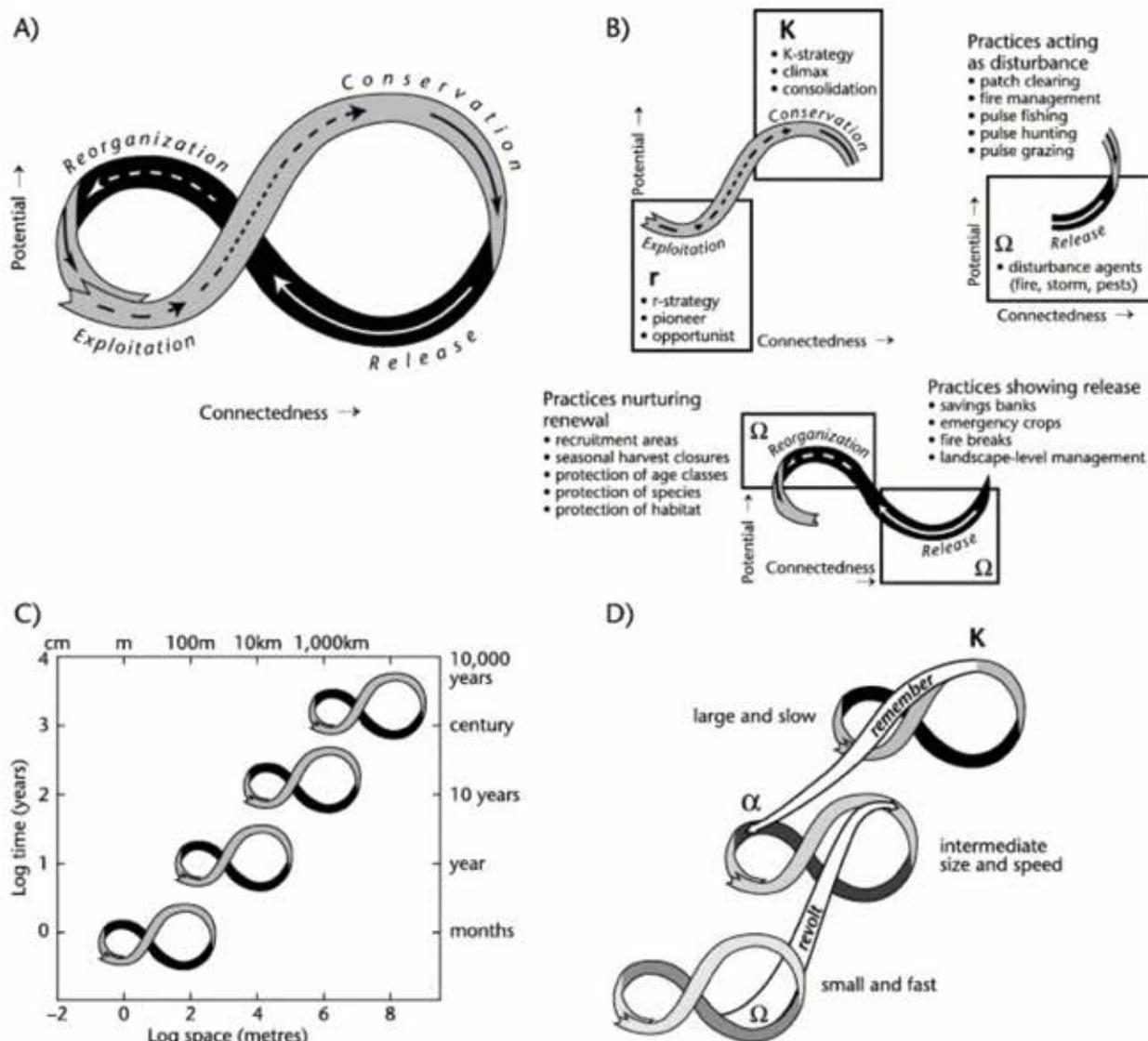
Las definiciones del concepto de resiliencia no han variado mucho, pero se han ido refinando incorporando las dinámicas de los CAS. Así, la resiliencia depende de la capacidad del sistema de absorber las perturbaciones permaneciendo en el mismo estado, alterando su grado de auto-organización y mejorando su adaptación y aprendizaje (Folke 2006). Es precisamente el entendimiento de la estructura y funcionamiento de estos sistemas, sus elementos e interrelaciones, su alcance y escala, lo que permitirá a los humanos intervenir en los mismos a través del diseño favoreciendo su resiliencia; bien sea a través de la manipulación de su estructura y función, introduciendo repeticiones y/o espacio para que el sistema se mueva, o

mejorando los mecanismos de retroalimentación y de respuesta adaptativa (Walker *et al.*, 2004).

La evolución de los CAS al sufrir una perturbación se interpreta mediante la teoría de los ciclos adaptativos acuñada por Holling. Pero ¿Cómo se producen estos ciclos adaptativos? En general se puede decir que los CAS a menudo están sometidos a un conjunto de dinámicas recurrentes a lo largo de cuatro fases: una fase de crecimiento o explosión, otra de conservación o consolidación, otra de liberación, catarsis o colapso y una fase de reorganización o renovación. Estas etapas del ciclo adaptativo se apoyan en los conceptos de panarquía y precariedad.

Los ciclos adaptativos ocurren a múltiples escalas espaciales, temporales y organizativas, desde nuestros días a las distintas épocas geológicas y desde una hoja a la biosfera. Una red anidada de ciclos adaptativos, cada uno de ellos situado a una determinada escala temporal y espacial se conoce como panarquía (*panarchy*). De tal modo que cualquier ciclo, en determinadas circunstancias, puede verse influenciado tanto por los ciclos situados a escalas superiores como por los ciclos situados a escalas inferiores. Es decir, la afección entre los distintos sistemas viene tanto desde arriba (*top-down*) como desde abajo (*bottom-up*).

En este diagrama se explica como en la fase Omega, caracterizada por un colapso, por ejemplo un incendio en un bosque, se produce una destrucción creativa, que en el caso del incendio se correspondería con la liberación del potencial de nutrientes acumulado. En esta fase se produce una ruptura del crecimiento y aumenta el grado de incertidumbre sobre la evolución del sistema. La fase siguiente, la fase Alfa, se corresponde con un periodo de renovación y reorganización. Es en este momento cuando aparecen las especies pioneras y se reactiva el potencial acumulado, por ejemplo las semillas. Se producen nuevas asociaciones en función de las características de las especies, el sistema se auto-organiza. La tercera fase, o fase



r, se corresponde con una explosión, con el crecimiento de las especies y la colonización de nuevos espacios. Se produce competencia entre las especies y la mayoría de las veces, disminuye la biodiversidad, pero aumenta la conectividad. La última fase, o fase K, de conservación, se caracteriza por una nueva acumulación de materiales y energía y una mayor estabilidad de las especies.

EL ENFOQUE PANÁRQUICO

Este enfoque panárquico se ha utilizado para analizar los ciclos o procesos de cambio como

oposición a la evolución determinista o al análisis predictivo en el que muchas veces se han sustentado las metodologías de medición (cuantitativa) del desarrollo sostenible. La idea además, es que los procesos rápidos generan agitación y los procesos lentos estabilizan a todo el sistema y lo proveen de memoria e innovación (Gunderson y Holling, 2002). Así en un bosque por ejemplo, existen diferentes grupos de especies, cada una de las cuales evoluciona y crece de una forma y con un tiempo distinto, cuando un fuego, una tormenta o una enfermedad o cualquier otra perturbación les sobreviene, puede causar la muerte de determinadas comunidades,

Figura 1. Ciclo adaptativo y panarquía, Fuente: (C. S. Holling, 2001).

"Growing a new parkland over time"

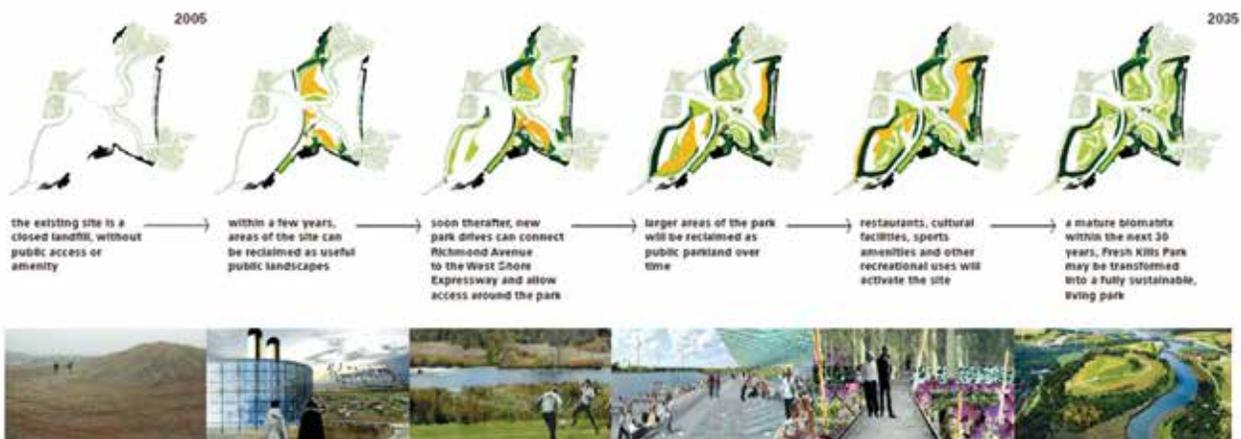


Foto cortesía del Departamento de Parques y Recreo. Draft Master Plan.

pero alguna de ellas son capaces de volver a crecer de nuevo con ritmos distintos. El paisaje por lo tanto cambia, pero el bosque como tal permanece.

De este modo, los CAS tienen múltiples posibles estados operacionales y son capaces de pasar de uno a otro. El estado de un ecosistema está en función de sus condiciones medioambientales, sus perturbaciones y la identidad de su especificidad. Todos estos estados, al menos desde el punto de vista ecológico, son tan saludables y apropiados como los demás, no hay uno más sostenible que otro. Por lo tanto, lo que es realmente importante desde el punto de vista del diseño, la planificación y la gestión, es que no hay un único estado posible para un determinado paisaje. Esta mutabilidad ofrece al mismo tiempo retos y oportunidades para los diseñadores a la hora de escoger escenarios futuros. Es precisamente el dinamismo lo que mejor ejemplifica estos retos y oportunidades para el diseño, abrazando simultáneamente lo efímero y lo permanente.

Un ejemplo de este tipo de actuaciones es la recuperación de espacios degradados, como los vertederos. Este es el caso de Fresh Kills Park, en Staten Island, que tras la Segunda Guerra Mundial se convirtió en el vertedero más grande del mundo, ubicado sobre antiguas zonas de marismas, como en muchas otras partes del

mundo. El crecimiento de los barrios vecinos al vertedero y su impacto ambiental y social hicieron que el año 2001 la ciudad de Nueva York decidiera iniciar la recuperación de este lugar. Para ello se convocó un concurso de ideas del que resultó ganadora la firma del reconocido arquitecto paisajista James Corner, Field Operations.

El proceso de diseño llevaba aparejado un proceso de restauración ambiental a gran escala, recuperando la biodiversidad de la zona en base al cultivo dinámico de nuevas ecologías a lo largo del tiempo. James Corner denomina a este proceso "lifescape". No se trata por tanto de un diseño cerrado, sino de un programa continuo de tratamiento de los suelos y el agua, plantaciones y cultivos compatibles con el desarrollo de distintas actividades de ocio, educación y recreación. Un diseño en el que ecología, tecnología y gestión se alían a favor de trabajar con los procesos naturales.

De este modo, cuando en octubre de 2012 el huracán Sandy golpeó la costa este de Estados Unidos, a pesar de sus devastadores efectos, Fresh Kills actuó como una "esponja" que colaboró a disminuir la energía del oleaje. El huracán Sandy, una de las mayores catástrofes naturales que han asolado esta costa, una perturbación imprevisible para este sistema socio-



ecológico, ha puesto de manifiesto no solo la importancia de la decisión de recuperar este vertedero, sus humedales y la vegetación, sino la metodología de diseño adaptativo empleado. Más allá de convertirse en un espacio de ocio y recreación para la ciudad, Fresh Kills se mostró como un eficaz elemento protector y resiliente. La permeabilidad de los suelos y la vegetación de los humedales colaboraron a disipar la energía de las olas y a redistribuir el agua acumulada.

Un sistema entonces, puede pasar de un estado a otro de forma progresiva o repentina, esto es lo que se conoce como bifurcaciones y que a veces vienen provocadas por eventos denominados como catastróficos, aunque

como ya se ha dicho, incluso éstos son perturbaciones posibles/necesarias de la evolución/adaptación de los sistemas. El problema reside cuando las condiciones del diseño y uso de un determinado paisaje, coartan la capacidad de este sistema de saltar a un nuevo estado de equilibrio. Por ejemplo, si la subida del nivel del mar o un fuerte temporal impide el paso de unos campos de cultivo a un humedal, será muy costoso mantener su protección frente a las inundaciones, gestionar su drenaje, así como mantener las características de salinidad del agua, además de perder una posibilidad de barrera natural de protección frente a la energía de las olas y las inundaciones que suponen estos espacios húmedos e intermareales.

Manhattan
desde Fresh
Kills Park.

Por tanto, reforzar la resiliencia se reduce a dos cosas: dejar al sistema mutar conservando sus funciones en respuesta a las adversidades, y prevenir y mitigar el riesgo que pueden provocar las adversidades y que la capacidad de recuperación actual del sistema no puede gestionar por sí mismo. Esto significa diseñar y planificar procesos lentos, de larga duración y escala global y al mismo tiempo estar preparados para intensas y rápidas perturbaciones a escala local. Es por esto que se podría decir que en nuestros días el concepto de resiliencia de las regiones y comunidades frente a los efectos del cambio climático aparece asociado a otros tales como flexibilidad, adaptabilidad, persistencia, auto-regulación y auto-organización en múltiples contextos y escalas a lo largo del tiempo.

Indudablemente para ello es necesario un cambio político, de herramientas, un marco legislativo y programático. Es decir, es necesario una nueva manera de pensar, lo que Brian Walker and David Salt denominaron pensamiento resiliente (*resilience thinking*). Los autores identifican nueve características propias de un mundo resiliente (*resilient world*) que expresan de manera didáctica este concepto y su aplicación a la planificación y gestión espacial a todas las escalas (Walker y Salt. 2006, 146).

Diversidad (*Diversity*): promover la diversidad en todas sus formas (biológica, paisajística, social y económica). La diversidad puede considerarse como una librería de información, con ejemplares nuevos y otros maduros que recogen infinidad de conocimiento y por lo tanto distintas respuestas posibles frente a las perturbaciones. Los sistemas son menos vulnerables ya que ante una perturbación si una especie se extingue, otras llenan su hueco.

Versatilidad ecológica (*Ecological variability*): promover y trabajar con esta variabilidad ecológica, incluso para probar sus límites, en vez de intentar controlarla y simplificarla. Ningún cambio es bueno ni malo, la única certeza es que el cambio siempre estará presente, así que congelar un sistema en un punto (aunque

Reforzar la resiliencia se reduce a dos cosas: dejar al sistema mutar conservando sus funciones en respuesta a las adversidades, y prevenir y mitigar el riesgo que pueden provocar las adversidades y que la capacidad de recuperación actual del sistema no puede gestionar por sí mismo. Esto significa diseñar y planificar procesos lentos, de larga duración y escala global y al mismo tiempo estar preparados para intensas y rápidas perturbaciones a escala local

este sea el de máxima eficacia), puede crear problemas imprevistos en su desarrollo.

Modularidad (*Modularity*): mantener un cierto grado de compartimentación como para permitir que cambie o falle parte del sistema y de este modo las perturbaciones queden contenidas dentro de un determinado alcance.

Variables lentas (*Acknowledging slow variables*): reconocer los procesos lentos y controlar su tolerancia y sus límites. Algunos cambios se producen durante un largo período de tiempo y pueden ser invisibles hasta que llegan a un punto de inflexión. Un ejemplo sería el derretimiento del hielo polar y el efecto acumulativo de la lluvia ácida sobre los bosques. En general se tiende a focalizar la atención en lo inmediato cuando estas condiciones o procesos pueden tener a la larga, resultados desastrosos. Pero al mismo tiempo son útiles para la estabilización de los cambios. Un ejemplo sería el conocimiento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y no solo la preocupación por eventos climáticos como los huracanes.

Retroalimentación próxima (*Tight feedbacks*): es lo contrario a las variables a largo plazo. Significa que los efectos están directamente relacionados con las causas. Por ejemplo una inundación en un río provocada por su crecida fruto de intensas lluvias. En este caso los efectos son inmediatos, no es necesario esperar años para conocerlos.

Capital social (*Social capital*): promover la confianza, las redes sociales y la implicación de la ciudadanía en el liderazgo, puesto que la resiliencia está fuertemente conectada a la capacidad de respuesta y adaptación de la sociedad. Las personas, además, son elementos del sistema que pueden detectar los problemas en base a su conocimiento y experiencia. Los problemas o desequilibrios ambientales han sido provocados por la sociedad, por lo tanto sus soluciones y procesos de cambio, son también sociales.

Innovación (*Innovation*): poner el énfasis en el aprendizaje, la experimentación y el cambio. Incluso imaginando o anticipando escenarios futuros y las estrategias o proyectos que los hagan posibles. Esta es también una forma de mantener alerta al sistema.

Solapamientos en la gobernanza (*Overlap in governance*): compartir las estructuras de gobierno y promover la inclusión de la gestión de lo público y lo privado. Es habitual en los sistemas ecológicos utilizar la redundancia como mecanismo de supervivencia. Muchas especies por ejemplo dan a luz a más individuos de los que finalmente sobreviven, o especies que cumplen funciones análogas.

Servicios ecológicos (*Ecosystem services*): incluir los servicios ecológicos en la valoración de las nuevas propuestas. Por ejemplo, en las estrategias de planificación costera basadas en la recualificación de zonas húmedas, conexión y amplitud de las riberas queda patente, especialmente si el proyecto ha incluido el uso lúdico de los mismos, que suponen no solo una defensa frente a los efectos del cambio climático, sino una mejora de la funcionalidad y diversi-

dad ecológica, así como de la calidad escénica y de vida.

Estos atributos definidos por Walker y Salt, a pesar de ser aún muy generales, son útiles porque tienen implicaciones espaciales y esto posibilita su aplicación al campo de la planificación y el diseño a múltiples escalas, ya que la mayoría de las veces, el diseño, la planificación y la gestión en un contexto medioambiental están basados en la idea de que mayor conocimiento aporta mayor certeza y, por lo tanto, predictibilidad y éxito en el plan o proyecto. Aunque esto pueda resultar cierto en aplicaciones ingenieriles o en las ciencias deterministas no es el caso, como se ha explicado, de los sistemas adaptativos complejos. Por supuesto, esto no significa que debamos caer en la trampa de un escepticismo sobre la validez del diseño, la planificación o la gestión. Pero desde luego sí que significa que debemos aceptar el cambio como algo normal de nuestros planes y proyectos y pensar en su capacidad de adaptación y flexibilidad.

Esta nueva manera de pensar pone en conexión los sistemas ecológicos y sociales de manera compleja y adaptativa, con el objetivo de provocar determinadas transformaciones que los aproximen a un estado o conjunto de circunstancias que les provea de nuevos valores y beneficios. Es en este contexto en el que la teoría de la resiliencia puede ofrecer una alternativa a la paradoja de la sostenibilidad en un mundo en constante cambio.

Una aproximación interesante es la que se conoce como fallo seguro (*safe to fail*), es decir, aquella que se anticipa a los fallos y en los que el papel del diseño es precisamente el de mejorar estratégicamente a través de los procesos de cambio de los sistemas su adaptabilidad, de modo que los efectos del fallo en el entorno se minimizan (Steiner 2006). Esto supone una planificación y un diseño adaptativo fundamentado entre otros en la variabilidad ecológica y la experimentación. “*The attributes can be described in an abstract, general sense, for example, diversity, and the experimentation and*

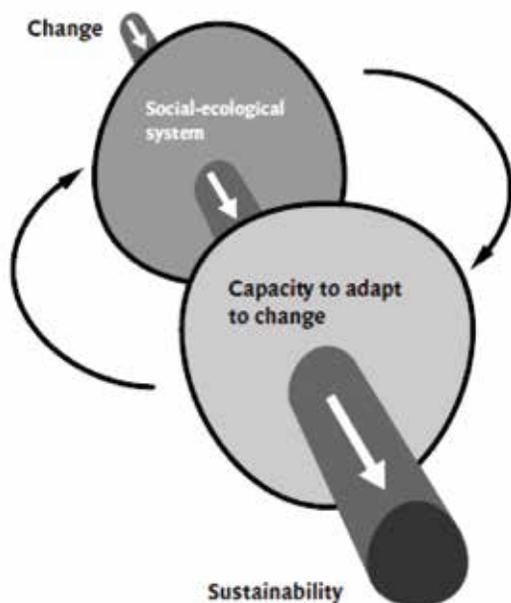


Figura 2.- Sostenibilidad adaptativa, donde la sostenibilidad se ve como un proceso y no como un objetivo. Un proceso dinámico que requiere la capacidad adaptativa de los sistemas socio-ecológicos resilientes para afrontar los cambios. Fuente: Berkes, Colding y Folke, 2003.

inherent risk associated with innovation creates a source of future options, or redundancies. Modular systems are safe to fail” (Lister 2007: 46).

PLANTEAMIENTO MULTIESCALAR

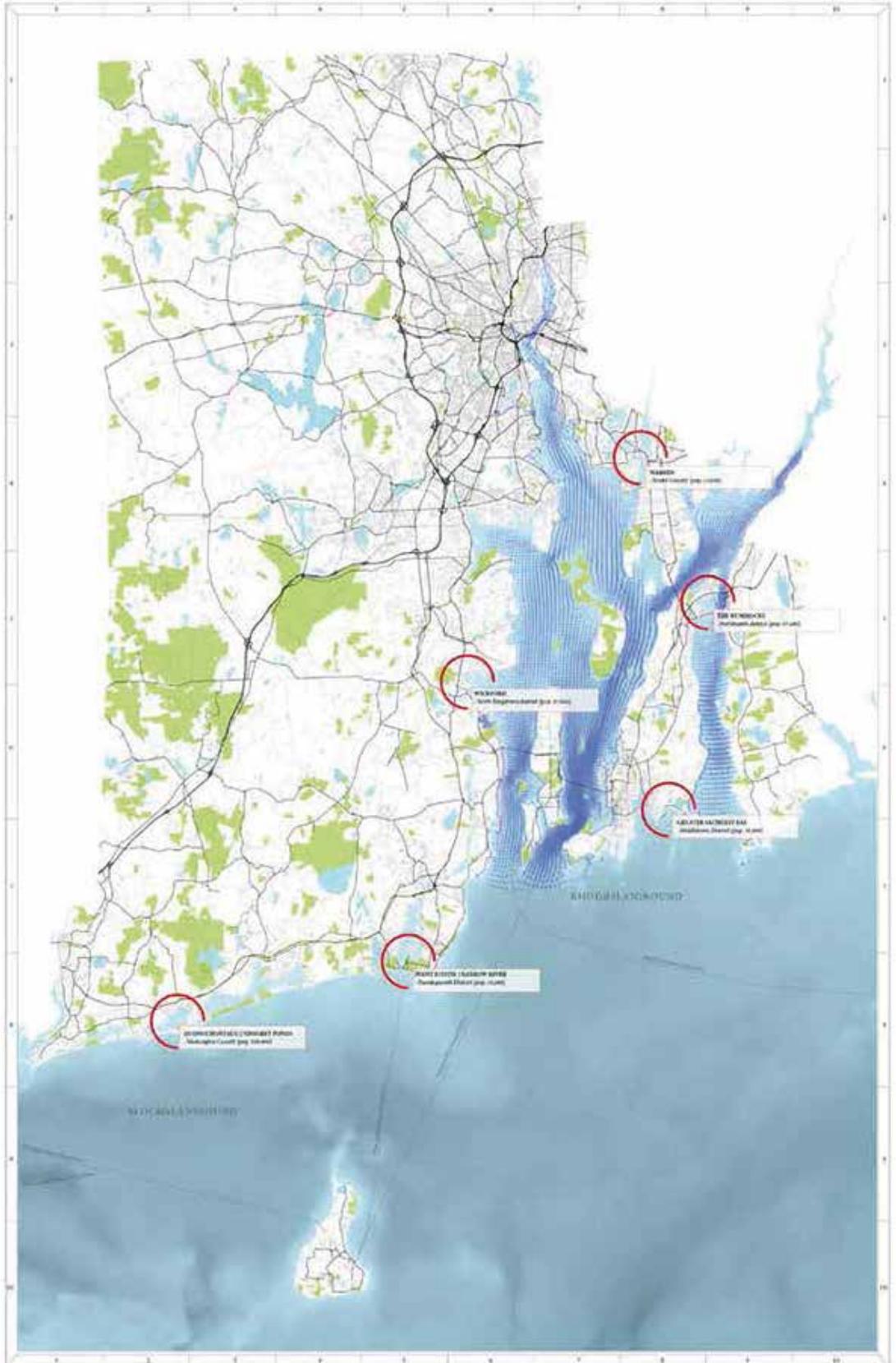
Efectivamente, aunque no podremos aspirar a una total gestión de los sistemas vivos, sin embargo sí podemos centrar nuestras energías en proporcionar las condiciones o el contexto que favorezcan su auto organización. Y para ello, es necesario tener en cuenta a todos los actores (humanos y no humanos) del sistema, sus flujos e interrelaciones. Abrazar la resiliencia posibilita entonces unir ecología y planificación a través de la gestión adaptativa mediante el diseño y la experimentación. Esto necesariamente implica una posición proactiva y creativa, experimental y no proteccionista o reactiva. Conlleva también un planteamiento multiescalar, como constante subir y bajar de escala, y como proceso iterativo de planificación y diseño, de estrategia y de detalle, de experimentación y aprendizaje.

Un ejemplo de esta nueva perspectiva es el programa de investigación denominado *Structures of coastal resilience* (SCR), promovido por la Fundación Rockefeller con el objetivo de avanzar en la investigación y la innovación de la adaptación de las áreas costeras a los efectos del cambio climático y, en especial, a la protección frente a los huracanes y tormentas³. La idea de este proyecto surgió en octubre de 2013, meses después del huracán Sandy. El reto es que estas medidas sean tenidas en cuenta por el US Army Corps of Engineers (USACE) para el desarrollo de una serie de proyectos piloto que permitan repensar sus marcos conceptuales y técnicos. En SCR han participado cuatro equipos de investigación de las universidades de Princeton, Harvard University, the City College of New York y the University of Pennsylvania, en colaboración con miembros de the Army Corps of Engineers’ North Atlantic Division, incluyendo su National Planning Center for Coastal Storm Risk Management y the Corps’ Engineer Research and Development Center en Vicksburg, Mississippi.

El equipo de Harvard University Graduate School of Design (GSD) liderado por Rosetta S. Elkin, desarrolla su investigación en Narragansett Bay en Rhode Island, un estuario que divide Rhode Island de norte a sur. La bahía se extiende a lo largo de aproximadamente 45km a lo largo de este eje y tiene una anchura máxima de 18 km. Las tipologías costeras más características en ella son praderas de inundación y marismas saladas, así como pantallas y otros perfiles costeros modificados. Este ámbito fue uno de los extremos norte de la costa este de US más afectados por el huracán Sandy.

El equipo toma como punto de partida dos ideas base. Por un lado el análisis del tipo de temporales y tormentas que azotan la zona y por otro, la búsqueda de una serie de especies vegetales, adaptadas a las condiciones edafológicas de la misma, que basándose en la for-

³ La Rockefeller Foundation apoya y financia otros proyectos basados en el concepto de resiliencia tales como *100 Resilient Cities* o *Rebuild by Design*.



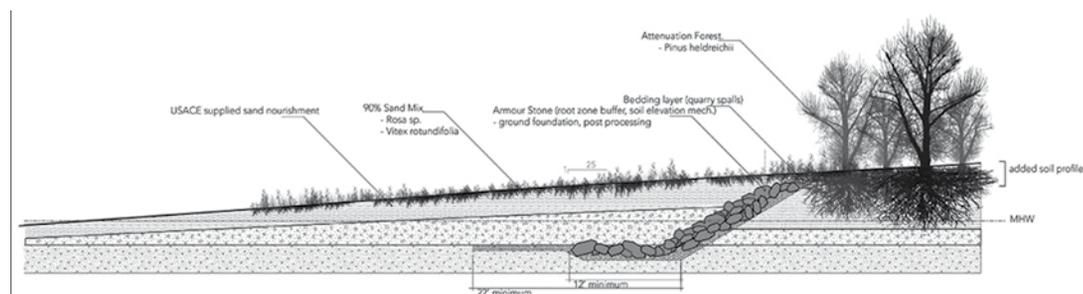
ma y densidad de sus raíces y sus patrones de crecimiento sirva como paleta de materiales con la que construir nuevos bosques pantalla atenuadores de los efectos de dichas tormentas y adaptados a la creciente subida del nivel del mar. Por lo tanto, no se trata de identificar en el área los puntos más conflictivos desde el punto de vista del impacto de los temporales, sino de localizar aquellos que en función de determinadas características (pendiente bentónica, morfología del lecho marino, y composición material del perfil costero o batimetría) sean más idóneos para la plantación de dichas especies y la disipación de la fuerza del oleaje de tal forma que aminoren sus efectos en las zonas urbanizadas. Es decir, se propone un nuevo paisaje a modo de filtro vegetal que aminore los efectos de los temporales en las zonas afectadas, aunque esta cortina o sistema de cortinajes no esté directamente en contacto con ellas.

Sin embargo, la tendencia habitual en este tipo de espacios es proceder a la recuperación de las zonas húmedas con especies autóctonas en vez de proponer un nuevo paisaje de transición más robusto, a modo de membrana ante la subida del nivel de mar, que sirva al mismo tiempo como barrera atenuante de la energía de las olas en caso de temporal. La subversiva propuesta del GSD pone sobre la mesa la posibilidad de imaginar futuros paisajes resilientes generando nuevas ecologías, distintas a las habituales de la zona, cuestión comprometida desde el punto de vista de algunos ecologistas y conservacionistas. Este proyecto reconoce, o si se prefiere, considera la resiliencia como un atributo biológico en oposición al entendimiento de valor ecoló-

Esta nueva manera de pensar pone en conexión los sistemas ecológicos y sociales de manera compleja y adaptativa, con el objetivo de provocar determinadas transformaciones que los aproximen a un estado o conjunto de circunstancias que les provea de nuevos valores y beneficios. Es en este contexto en el que la teoría de la resiliencia puede ofrecer una alternativa a la paradoja de la sostenibilidad en un mundo en constante cambio

gico. Por naturaleza competitiva, las plantas emergen o retrasan su crecimiento en base a los regímenes de perturbación. Este proceso debe ser reconocido y explotado en lugar de eclipsado por los discursos del ambientalismo nativo o reparador. El equipo reconoce que la comprensión del comportamiento de las distintas especies vegetales es un elemento crucial de diseño adaptativo atendiendo a las fluctuaciones que forman parte de la ecología costera.

Esta concepción dinámica de la morfología de las plantas que les confiere una capacidad adaptativa y por lo tanto resiliente, es el marco intelectual desde el que proponer un



GSD Design Section; Rhizomatic Structure: Attenuation Forest.

futuro de la materia viva, especulando que la planta en sí es un medio provocador de diseño. Para ello se propone el pensamiento en secuencia, a través del movimiento, el tiempo y la transformación. De este modo la planta se convierte en un dispositivo escalar, uno que crea relaciones y proporciona la base para un abanico de intervenciones que pueden ser manipuladas y controladas junto con otras medidas de protección en su caso. Es importante tener en cuenta que en este tipo de proyectos más explorativos, las especificaciones y tipologías escalares son fundamentales para la creación de propuestas viables y flexibles en el tiempo. Por otro lado se trata de diseños que pueden ser instalados de forma metódica y fácilmente observados. El principal resultado de la propuesta del equipo GSD es una serie de recomendaciones de diseño que son altamente específicas para condiciones particularmente identificables. Un formato que ofrece un lenguaje que puede ser compartido, reproducido, reformado y mejorado por los diferentes agentes interesados.

En definitiva, la planificación y diseño han de ser prospectivos, estar dotados de capacidad de anticipación y de intención de que las acciones puedan reducir el impacto de los cambios en un sistema y aumentar su resiliencia. Porque hay que deshacer de una vez por todas esa idea de no provocar “impactos” en el entorno. Los sistemas tienen sus procesos de cambio y las actuaciones o desarrollos no los dejan indiferentes. Se trata de proponer nuevas herramientas para la transformación y evolución de los paisajes hacia un concepto de sostenibilidad basado en la capacidad, creatividad y mantenimiento de su adaptabilidad a los cambios en función de la escala espacial, temporal y organizativa.

De esta manera diseñar la resiliencia supone ligar estructura con función mediante procesos permitiendo al sistema su adaptación, incluso su transformación. Este diseño adaptativo es, por definición, un diseño sostenible: la supervivencia a largo plazo demanda adaptabilidad y esta se afirma en la resiliencia. ❀

BIBLIOGRAFÍA

- Berger, A, “Alan Berger: “Exterial Landscapes and Systemic Design”” en *School of Architecture Lectures Series*. Paper 17. http://surface.syr.edu/architecture_lectures/17.
- Berkes, F, Colding, J & Folke, C. “Navigating social-ecological systems: Building Resilience for Complexity and Change”, Cambridge University Press. 2003.
- Carpenter, S. and Brock, W. “Adaptive capacity and traps” en *Ecology and Society*, 2008.13(2):40.
- Clements, F. “Plant succession: an analysis of the development of vegetation”. Carnegie Institution of Washington. 1916.
- Folke, C. “Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analysis” en *Global Environmental Change*, 2006. 16: 253–267.
- Grupo de alto nivel del Secretario General de las Naciones Unidas sobre la sostenibilidad mundial, “Gente resiliente en un planeta resiliente: un futuro que vale la pena elegir”. Nueva York, Naciones Unidas. 2102.
- Gunderson, L. and Holling, C. “Panarchy: understanding transformations in human and natural systems”. Island Pr 2002.
- Holling, C.S. “Resilience and Stability of ecological systems” en *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1972. Vol.4. 1-23
- Holling C.S. “Engineering resilience versus ecological resilience” en Schulze P (ed) *Engineering within ecological constraints*. National Academy Press, Washington, DC. 1996.
- Holling, C.S. “Engineering resilience versus ecological resilience” en *Foundations of Ecological Resilience*. 2009. 51.
- Kimmelman, M. “Staten Island Landfill Park Proves Savior in Hurricane”. The New York Times. Diciembre 17, 2012 1:34 PM. <http://artsbeat.blogs.nytimes.com/2012/12/17/staten-island-landfill-park-proves-savior-in-hurricane/>.
- Levin SA. “Fragile dominion: complexity and the commomns. Perseus”, Reading. 1999.
- Lister, N. M. 2007. Sustainable Large Parks: Ecological Designer Designer Ecology. En Julia Czerniak and George Hargreaves (eds.) *Large Parks*. New York, Princeton Architectural Press. 2007:35-58.
- Naredo, J.M. “Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible” en La Construcción de la Ciudad Sostenible > <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html>.
- Miller, John H.; Page, Scott E. “Complex Adaptive Systems. An Introduction to Computational Models of Social Life”. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2007.
- Steiner, FR. “Metropolitan resilience: the role of universities in facilitating a sustainable metropolitan future” en Nelson, A.C., Allen, B.L., Trauger, D.L. (eds) *Toward a resilient Metropolis*. Metropolitan Institute Press, Alexandria, VA, pp.1-18
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. “Resilience, Adaptability and transformability in Social–Ecological systems” en *Ecology and Society* 9(2) 2004: 5-13.
- Walker, B and Salt, D “Resilience Thinking” Washington, DC: Island Press. 2006.