



Innovación en el abordaje de problemas complejos para una transformación sostenible

Innovation in the approach to complex problems for a sustainable transformation

Cristina Zurbriggen¹; Mariana González Lago²

La complejidad de los problemas socio-ambientales actuales exige nuevos abordajes. Alcanzar una sociedad menos desigual y ambientalmente sostenible, requerirá no solo cambios tecnológicos e institucionales, sino que también demandará transformaciones profundas en la gobernanza y en los valores sociales que la sustentan. Con el fin de contribuir a dichas transformaciones, han surgido aportes críticos y emancipadores que plantean un cambio paradigmático en la producción de conocimiento para la acción superando las fragmentaciones disciplinares. Inspirados en estos abordajes, en este artículo proponemos las bases conceptuales para la creación de un T-Lab como un espacio de innovación creativa que permite experimentar en la producción de conocimiento a partir de enfoques transdisciplinarios. El T-Lab se orienta al trabajo con problemas socio-ambientales que se caracterizan por ser cada vez más globales, complejos, inciertos y dinámicos, con valores en disputa sobre las posibles hojas de ruta a seguir en los procesos de transformación social. Su desafío está en generar una nueva meta-narrativa sobre la generación de conocimiento y la innovación para

¹ Profesora e investigadora, Instituto de Ciencia Política, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Miembro del Consejo Académico, Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad. Miembro del Consejo Acadé SARAS, Uruguay. criszurbriggen@gmail.com

² Candidata a doctorado, Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, Australia. mariana.gonzalezlago@gmail.com

desarrollar las capacidades necesarias (anticipación, síntesis, catálisis) para que la sociedad pueda navegar la incertidumbre, complejidad y ambigüedad.

Palabras clave: Innovación social; Innovación pública; Laboratorios; Transdisciplina; Transformación sostenible

The complexity of current socio-environmental problems requires new approaches. Achieving a less unequal and environmentally sustainable society will require not only technological and institutional changes but also profound changes in governance and in the social values that sustain it. To contribute to these transformations, critical and emancipatory contributions have emerged, suggesting a paradigm shift in the production of knowledge for action, overcoming disciplinary fragmentations. Inspired by these approaches, in this article, we propose the conceptual bases for the creation of a T-Lab as a space for creative innovation that allows experimenting in the production of knowledge underpinned by transdisciplinary approaches. The T-Lab aims to focus on socio-environmental problems that are characterized by being increasingly global, complex, uncertain and dynamic, with disputed values over the possible pathways for social transformation. Its challenge is to generate a new meta-narrative on the generation of knowledge and innovation to develop the necessary capacities (anticipation, synthesis, catalysis) so that society can navigate uncertainty, complexity, and ambiguity.

Keywords: Social innovation; Public innovation; Laboratories; Sustainable transformation

INTRODUCCIÓN

En el año 2015, las Naciones Unidas convocaron a los gobiernos del mundo a desarrollar políticas que incrementen la justicia social: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. El mismo año, 195 países firmaron el Acuerdo de París, primer acuerdo vinculante mundial con el objetivo de reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático. Mantener al mundo muy por debajo del aumento de 2°C de la temperatura en relación con los niveles preindustriales, así como alcanzar una sociedad menos desigual, requerirá no solo cambios tecnológicos o institucionales, sino que también demandará transformaciones profundas en la gobernanza y en los valores sociales que la sustentan (O'Brien, 2018, Feola, 2015, Fazey et al., 2017, Patterson et al., 2017).

Sin embargo, la gobernanza actual está fragmentada. Como señala Latour (2004), la modernidad es un proceso que intenta bifurcaciones dicotómicas: la ciencia se ha separado de la política, la ciencia natural de la social, la naturaleza de la cultura y la intuición del razonamiento, el conocimiento de la ética (Scheffer et al., 2015). Aunque tales bifurcaciones nunca se logran completamente, el marco cultural de la modernidad se toma como una realidad. Este marco cultural es uno de los principales impedimentos para abordar problemas complejos (Snow, 1998).

Con el fin de superar estas fragmentaciones, han surgido aportes críticos y emancipadores que plantean un cambio paradigmático en la producción de conocimiento para la acción: la teoría de la resiliencia (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2010; Folke, 2016), el enfoque de la gestión de las transiciones (Geels, 2006), la investigación sobre la sostenibilidad transformacional (Wiek y Lang, 2016), el pensamiento de sistema crítico (Midgley, 2000), enfoques de diseño (Peters, 2015, 2018; Peters y Rava, 2017) y experimentación en políticas públicas (Ansell y Bartenberger, 2016; Ansell y Geyer, 2016). En este documento, nos inspiramos en estos abordajes que comparten la necesidad de introducir un enfoque transdisciplinario de investigación e innovación con el fin de superar la fragmentación de conocimiento. En base a ello, proponemos un T-LAB en SARAS como un espacio de innovación creativo que permite experimentar configuraciones transdisciplinarias en la producción de conocimiento en torno a situaciones de problemas que son cada vez más globales, complejos, inciertos y dinámicos, con valores en disputa sobre las posibles hojas de ruta a seguir en los procesos de transformación social. Los problemas complejos no pueden abordarse adecuadamente desde los silos disciplinarios ya que están "intrínsecamente vinculados en un meta-sistema de problemas" y como tales no pueden resolverse en aislamiento (Özbekhan, 1970).

Con este fin, el artículo se ha estructurado en tres partes. En la primera parte se presentan los principales enfoques teóricos que sirven de brújula para comprender nuevas formas de integrar conocimiento para abordar problemas complejos. En segundo lugar, inspirados en estos enfoques presentamos el modelo de T-Lab, un espacio orientado al trabajo con problemas socio-ambientales. Por último, reflexionamos sobre los grandes desafíos de integrar visiones, conocimientos y actores para navegar en procesos de cambio.

NUEVOS ABORDAJES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESPACIOS EN TRANSFORMACIÓN: T- LAB

LOS APORTES DEL ENFOQUE TRANSDISCIPLINARIO

Un primer aporte relevante en la discusión sobre cómo avanzar en la integración de

conocimiento son los aportes de enfoque transdisciplinario que surgió buscando construir puentes entre la ciencia y la práctica, con el fin de abordar los problemas complejos del mundo real vinculados a la sostenibilidad (Hirsch et al., 2010; Jahn et al., 2012; Hoffmann et al., 2017; Luthé, 2017).

El término transdisciplina ha existido desde el año 1970 cuando se discutió por primera vez en la Conferencia sobre Interdisciplinariedad organizada por la OCDE (Apostel et al., 1972). Sin embargo, su expansión tuvo lugar en los años 90. Julie Thompson Klein (2001), una interlocutora clave en estos debates, señala a la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 como el punto de inflexión sobre la necesidad de acción entre las diversas comunidades científicas. Poco después, en 1994, se celebró en Portugal el Primer Congreso Mundial sobre Transdisciplinariedad en el que se adoptó la Carta de la Transdisciplinariedad, promovida por el físico teórico rumano Basarab Nicolescu junto con la artista portuguesa Lima de Freitas y el pensador francés Edgar Morin, reconocido por desarrollar el paradigma de la complejidad.

Los académicos que han revisado recientemente la literatura distinguen dos escuelas relacionadas con el enfoque transdisciplinar (Mc Gregor, 2015): 1. La escuela “nicolescuiana”, basada en las tradiciones filosóficas de Edmund Husserl, Martin Heidegger y Ernst Cassirer, orientada a pensar una nueva forma de organizar el conocimiento fomentado el diálogo de saberes y su complejidad, alejándose del paradigma positivista. Otras propuestas metodológicas transdisciplinarias dentro de esta corriente se encuentran en las obras de Paulo Freire y Edgar Morin. 2. La escuela de Zurich orientada al diseño e implementación de soluciones tangibles a problemas reales. La misma surge de la Sociedad Académica Suiza para la Ecología y la Investigación Medioambiental lanzada en 2000 y ha dado origen a una red más **amplia denominada “td-net” para la investigación transdisciplinaria** (Academias Suizas de Artes y Ciencias) que se vincula con otras redes complementarias e interconectadas.

La escuela de Zurich parte de una asunción central: las preguntas y prácticas de investigación se deben enmarcar en torno a problemas de la vida real y no desde abordajes disciplinares. Uno de los requisitos principales es la integración de distintas visiones y percepciones del problema desde fuentes heterogéneas de conocimiento, desde las ciencias, las humanidades, las artes y actores sociales. La integración implica diversidad, lo que enriquece e invita a una interacción creativa y recursiva, en un proceso donde las disciplinas se relacionan, se adaptan y se transforman, a partir de las nuevas estrategias que se adoptan para la resolución de problemas para el bien común (Pohl y Hirsch, 2007).

Esta dinámica de resolución de los problemas conlleva la inclusión de un conjunto cada **vez más creciente de “participantes legítimos” en el proceso para alcanzar un entendimiento** más holístico del problema, contextualizar el conocimiento y legitimar los resultados del proceso de investigación para la acción. Por tanto, bajo el enfoque transdisciplinario, el proceso de generación de conocimiento no es un desarrollo específico del sistema científico, sino más bien un reflejo de los problemas sociales a los que buscar contribuir a su resolución.

Si bien hay muchas definiciones y corrientes de investigación transdisciplinaria, las características centrales a todas ellas son las siguientes: está orientada a la acción y orientada a futuro; se enfoca en abordar problemas complejos del mundo real; es participativa; considera no solo el conocimiento científico o académico sino también otras formas de conocimiento práctico, local y personal. Es holística, construyendo un entendimiento de sistemas completos y su complejidad. Es un paradigma epistemológico emergente, dado que el conocimiento está **evolucionando continuamente en la “búsqueda de un propósito de sistema común”** (Jantsch, 1972). En ese proceso, se transforma y trasciende las disciplinas intencionalmente,

construyendo un entendimiento más profundo de un propósito humano y social común, para dirigir nuestros esfuerzos poniendo en juego valores y normas (Jantsch, 1972; Klein, 2001; Polk, 2015).

PENSAMIENTO CRÍTICO DE SISTEMA

Un segundo aporte relevante en la integración de conocimiento es la escuela de **“sistemas críticos”**, que toma conciencia de las fortalezas y debilidades de las diferentes teorías de sistemas y de las consecuencias sociales de su uso y admite la posibilidad de emplearlas de una manera pluralista o complementaria; cada una empleada en el caso y en el momento en que ésta sea más apropiada ya sea porque abordan diferentes preguntas y/o porque involucran diferentes perspectivas (Flood y Romm, 1996; Mingers, 1997, Midgley, 2000) .

Jackson (1990) y Midgley (2000), representantes de la escuela de sistemas críticos, han identificado tres oleadas de pensamiento de sistemas en los últimos 50 años. La primera oleada se origina con la teoría de sistemas, entre las décadas de los años 40 y 50, a partir de la confluencia de diversos aportes: la teoría general de sistemas de Von Bertalanffy (1950), la cibernética y la ciencia de la complejidad (Wiener, 1948). Estos desarrollos describían los sistemas en términos físicos, recurriendo a metáforas de la computación electrónica o la biología. Con esta base conceptual, Jay Forester elaboró a fines de los años 50 en el MIT el método de los sistemas dinámicos con el fin de abordar los sistemas sociales. Una de las aplicaciones más destacadas de este enfoque fue realizada en un proyecto para el Club de Roma que tuvo por objetivo diseñar un modelo mundial de análisis de variables socio-ambientales para una mejor comprensión del futuro de la humanidad. Para ello, un equipo del MIT coordinado por Donella H. Meadows, realizó una simulación del comportamiento de las principales variables globales, es decir, la contaminación, la producción de alimentos, la explotación de los recursos naturales, la población mundial y la industrialización, lo que dio origen al conocido informe "Limits to Growth" (Los límites del Crecimiento) (Meadows et al., 1972).

Una segunda ola de pensamiento sistémico está representada en autores como Ackoff (1974), Checkland (1985) y Churchman (1970). Este pensamiento de **“sistemas blandos”** avanza hacia una comprensión más fenomenológica e interpretativa de los sistemas humanos, donde el significado es central y se negocia de manera intersubjetiva. Se admite la idea de la existencia de múltiples perspectivas por las cuales los sistemas son estructurados y para los que existen múltiples realidades. En esta segunda ola, la implicación para entender el "holismo" ya no significa buscar una exploración completa de la naturaleza de un sistema. Más bien significa expandir los límites de nuestro conocimiento sobre lo que estudiemos, junto con los límites que definen el conjunto de personas involucradas en la generación de ese conocimiento.

Esta segunda oleada tiene su origen en el **“El Predicamento de la Humanidad” (1970)** , una propuesta presentada en el Club de Roma, elaborada por Aurelio Peccei, Hasan Ozbekhan y Alexander Christakis, la cual compitió en su momento con la propuesta liderada por Forester. El Predicamento proponía desarrollar una nueva metodología para generar conocimiento que aporte a la toma de decisiones. En la misma se proponía el entendimiento de la complejidad sistémica, dinámica y anticipatoria de los problemas (la problematique), con una participación auténtica de los interesados, ayudándolos a definir y poseer sus problemáticas y como consecuencia de ello, implementar las acciones necesarias para evitar la perpetuación de la base de datos del presente (Özbekhan, 1970).

Los autores del Predicamento consideraban que las bases del modelo de sistemas dinámicos, era una proyección muy útil, pero que estaba basada en una visión elitista del equipo científico y no del conjunto de la sociedad. En su lugar, se propone que el diseño de los sistemas sociales debe legitimarse en la sabiduría de las personas e involucrando a los interesados en un diálogo para diseñar sus futuros. Su crítica se centraba en que la base de valores que está en la sociedad nunca fue descubierta o abordada por ninguno de estos proyectos de modelización sistémica. Por el contrario, un futuro sostenible solo puede construirse de manera significativa al involucrar las voces de las partes interesadas en un diálogo democrático. El diálogo es necesario para fusionar entendimientos y construir uno nuevo, que abarque una visión más amplia de la forma en que el mundo debería operar como una anticipación visionaria para avanzar a un equilibrio ecológico. Es así que introducen el concepto de futuro normativo, una imagen del estado que se puede imaginar en base a los valores de los participantes, que se diferencia del pronóstico (futuro lógico) que es una proyección del estado normal futuro de la presente situación (Özbekhan, 1970).

Desde la escuela de sistemas críticos, la tercera ola, se plantea la necesidad de aprender de ambas etapas. La capacidad de pensar sistémicamente, la primera ola, nos permite comprender la interconexión, la complejidad y la integridad de los componentes de los sistemas, conectando problemas, eventos y hechos de una manera holística. De esta manera permite identificar patrones emergentes y apreciar el impacto de las decisiones que tomamos a través de un amplio espectro de dimensiones. Sin embargo, el aporte más importante del enfoque sistémico es comprender que los modelos mentales son los motores fundamentales de la actividad en cualquier sistema. En esta dirección, la segunda ola ha realizado aportes significativos. Como señala Ison, 2010, un sistema es un sistema de intereses. Intentar identificar el sistema y su contexto, implica incluir o excluir actores y, por tanto, comprender el límite de un sistema es un primer paso crítico para la transformación y el límite siempre es una cuestión de juicios de valor (Midgley, 2000). Es decir, el sistema está definido por las partes interesadas que están incluidas en el proceso de construcción del problema, con sus principios y valores, a través de los cuales evalúan los límites y el alcance de sus propias intervenciones.

La escuela de sistemas críticos incluye también una mirada emancipadora, el "compromiso significativo" con la comunidad implica permitir que los grupos marginados se expresen para que tengan la oportunidad de ser escuchados y promover la práctica de la reflexión crítica dentro y entre las comunidades. Se concibe a los individuos como situados en un contexto social e histórico, fundamentalmente miembros de, y responsables ante la comunidad, vinculados por valores e ideales comunes y actores activos en los procesos de transformación (Midgley, 2000).

Esta escuela defiende el pluralismo metodológico, la aceptación de modelos teóricos y enfoques metodológicos múltiples, cuantitativos y cualitativos, para apoyar las transformaciones hacia la sostenibilidad. La síntesis de la investigación integra diversos datos y conocimientos para aumentar el alcance y la aplicabilidad de los resultados y ofrecer nuevas ideas para abordar de forma creativa los problemas. La legitimidad y la conveniencia de utilizar una u otra metodología depende de nuestra comprensión crítica del contexto en el que se aplicará, de las preguntas de investigación que se formulan y del modo en que aborda las necesidades, intereses y preocupaciones morales de los involucrados en la situación (Midgley, 2000).

CIENCIA DE LA SOSTENIBILIDAD: RESILIENCIA, TRANSICIÓN Y TRANSFORMACIÓN

Una tercera contribución relevante proviene de la ciencia de la sostenibilidad (CS) como un campo de investigación que busca entender las dinámicas complejas que surgen de las interacciones entre los sistemas humanos y ambientales (Kates et al., 2001, Kajikawa, 2017). Desde este enfoque se señala que la producción de conocimiento debe estar orientado a soluciones del mundo real, trascender los límites disciplinarios e involucrar a los actores no científicos en el abordaje de los retos que enfrenta la humanidad (Ostrom, Janssen y Anderies, 2007). Es un campo de investigación crítica y transdisciplinaria, definido por problemas y no por disciplinas, donde tiene lugar un esfuerzo normativo y reflexivo, teniendo en cuenta la incertidumbre y los valores en juego para aportar a la solución de problemas complejos.

Un número influyente de enfoques han aportado a la ciencia de la sostenibilidad como la teoría de la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos (SES) (Berkes et al., 2003; Folke et al., 2010; Folke, 2016), el enfoque de la gestión de las transiciones (Geels, 2006) y la investigación sobre la sostenibilidad transformacional (Wiek y Lang, 2016). La teoría de resiliencia de los SES descende de la teoría general de sistemas y establece tres principios fundamentales:

- Los problemas ambientales no se pueden analizar ni comprender separados de su contexto social.
- La incertidumbre y la sorpresa son atributos de los SES y debemos aprender a vivir con ellos.
- El cambio es intrínsecamente complejo, por lo tanto, cuestiones como el cambio global no pueden abordarse en un solo nivel de organización, sino considerando la vinculación de los diferentes niveles.

El pensamiento de resiliencia ha generado debates recientes en torno a cómo incorporar el entendimiento de un problema desde las intenciones de los actores, que se refleja en las interpretaciones de visiones del mundo y tradiciones, normas y relaciones culturales, así como en las dinámicas de poder dentro de las esferas políticas y civiles que tienen una fuerte relación con el desarrollo de la sociedad y sus componentes, es decir, las razones por las que los humanos persiguen la vida en un colectivo y por tanto, llevan adelante procesos de transformación. La naturaleza de estos acoplamientos, en el pensamiento, sigue siendo un desafío importante en la investigación para avanzar hacia una transformación y comprender los fundamentos normativos e interpretativos de los problemas complejos para la intervención (Stojanovic et al., 2016).

Una contribución relevante para superar este debate ha sido el enfoque de Métodos de Investigación de Sostenibilidad Transformacional presentado por Wiek y Lang, 2016 que integra los diferentes métodos comúnmente utilizados en la investigación transformacional. Con respecto a una situación y un punto de intervención dado, este marco combina análisis de diagnóstico, análisis prospectivo, análisis retrospectivo, enfoques intervencionistas, así como enfoques reflexivos y críticos. El método se desarrolla en dos pasos paralelos de análisis prospectivo y retrospectivo: por un lado, los estudios prospectivos establecen las configuraciones sostenibles en las que un determinado problema se resolvería a largo plazo. Los escenarios futuros indican las configuraciones de las posibles soluciones en el corto, mediano y largo plazo. Esto permite analizar las diversas opciones y aumentar la relevancia de las acciones previstas, pero también se basa en muchas hipótesis dado el conocimiento limitado de quienes participan en el proceso. La construcción y evaluación del problema son, por lo tanto, particularmente importantes.

INNOVANDO EN EL DISEÑO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Un cuarto aporte son los nuevos abordajes de política pública como el enfoque de diseño de políticas (Peters, 2015, 2018) y el experimentalismo en política pública (Ansell, 2016) que proponen avanzar hacia una visión sistémica, anticipatoria y experimental de las políticas públicas (Ackoff, 1974, Ozekahn, 1970, Checkland, 1990), haciendo énfasis en la centralidad de los marcos interpretativos de los actores (framing) para entender y encontrar soluciones a los problemas.

Desde estos enfoques se plantea que el propósito de las políticas públicas no es centrarse en objetivos sino en cambiar el comportamiento humano, su objeto son los seres humanos, por tanto, el diseño de políticas públicas se centra en procesos, aceptando la impredecibilidad del comportamiento, la complejidad y la indeterminación del sistema social. Ello implica aceptar la ambigüedad e imperfección del conocimiento, por lo cual, no es posible abordar los problemas complejos del siglo XXI mediante el uso de enfoques convencionales disciplinarios, reduccionistas y compartimentados, que despolitizan el conocimiento y hacen caso omiso a los valores, restando importancia a la deliberación democrática sobre valores públicos que requiere la formulación de una política pública (Peters, 2018).

El énfasis está en la interacción y la deliberación entre distintos actores con el fin de permitir la innovación. El aprendizaje en la arena de la política consiste en aprender haciendo, en la generación de significados, la creación de la identidad y el fortalecimiento de la participación. En otras palabras, el aprendizaje reflexivo y cooperativo es clave para mejorar y entrenar la capacidad colectiva de dar sentido (making-sense y sense-making) a la novedad, a lo no conocido, a lo emergente para que sea inteligible, interpretable y efectivo para orientarnos en la toma de decisiones en términos del cambio.

Estos procesos requieren fortalecer la capacidad de anticipación, no solo para generar conocimiento en relación al futuro (horizonte temporal), sino también para el fortalecimiento de capacidades y competencias, individuales y colectivas, de carácter anticipatorio, que orientan (dan y crean) sentido a lo nuevo, desconocido en el presente. La anticipación es clave (como una acción, como una competencia y como un fenómeno sistémico emergente) para los procesos de cambio social que implican disrupciones tales como las que caracterizan estos tiempos, siendo una parte intrínseca del aprendizaje y la resiliencia creativa. Esto enfatiza la reflexión crítica que constituye la columna vertebral del aprendizaje (Argyris y Schön, 1978) y la determinación de "ventanas" para resolver preguntas emergentes, permitiendo a los investigadores y participantes desarrollar y probar teorías e ideas a través de la acción y facilitando el aprendizaje sobre situaciones complejas.

El diseño de política no solo requiere anticipación sino también un alto nivel de **experimentación, la "experimentación generativa" como lo expresan Ansell y Bartengerger (2016)**. Es decir, un proceso en el que la colaboración interactoral promueve la reflexión crítica de la temática a abordar, permitiendo reconocer la naturaleza compleja e incierta del problema. Es una investigación abierta que concibe el diseño de la política como un proceso basado en la deliberación, la experimentación, el aprendizaje y la especificidad del contexto, en donde el poder y las visiones conflictivas son consideradas como relevantes, lo que permite que los actores se cuestionen y replanteen conjuntamente sus valores y comprensión del problema (Ansell y Bartenberger, 2016, Ansell y Geyer, 2016).

Un experimento generativo aborda un problema particular enraizado en la experiencia y

la situación de las personas que realizan el experimento (vivencial y orientada a problemas). No hay un a priori, una sensación de certeza de que ésta sea la única o la correcta solución al problema, sino que se aprende al tratar de abordarlo (learning by doing). De esta manera, la solución se refina continuamente a medida que se implementa (iteración) y, simultáneamente, se construye la capacidad de la implementación transformativa (Ansell y Bartenberger, 2016). Las actualizaciones iterativas asociadas con los experimentos generativos pueden reflejar la negociación constante para avanzar hacia una solución que satisfaga a los diferentes interesados. Es poco probable que un experimento generativo avance sin un cierto grado de acuerdo compartido del problema en sí mismo y la conveniencia de aprender sobre él. Bos, Brown y Farrely, (2013) sostienen que una agenda de aprendizaje compartida es un punto de partida esencial para un experimento de política pública.

Tanto el enfoque de diseño como de experimentación plantean que el diseño de política exige ser consciente de la manera en que los distintos marcos de análisis de los actores (framing), definen y discuten los problemas y cómo éstos chocan, convergen y cambian. Estos marcos de análisis traducidos en discurso se relacionan con lo que priorizamos y en los instrumentos de políticas que elegimos. Por tanto, la fundamentación de la política no se puede basar solo en la evidencia científica, sino que se basa en valores que están implícitos en el propio discurso y accionar (Schon y Rein, 1994).

El gran desafío es cómo hacer dialogar estos enfoques como una nueva meta narrativa que nos aparte del patrón positivista dominante en la toma de decisiones (enfoque tecnocrático, reduccionista, predictivo y determinismo). En los procesos de transformación necesitamos generar espacios para la experimentación que faciliten la innovación y la transformación creativa.

ESPACIOS DE TRANSFORMACIÓN: T-LAB

En los últimos años se ha promovido la creación de espacios de transformación para promover una cultura reflexiva que fomente la integración de diferentes conocimientos para abordar los problemas complejos que enfrenta la humanidad caracterizados por la incertidumbre, la inestabilidad, la singularidad y el conflicto de valores y que, por lo tanto, no se ajustan al modelo predominante de racionalidad técnico-instrumental. En tales condiciones, la transdisciplinariedad puede ayudar con "procesos abiertos de investigación orientados hacia una ampliación de la comunidad de práctica a través de la innovación y la experimentación social" (Popa, 2015, 48).

En este escenario, proponemos un modelo conceptual para la implementación de un T-Lab en SARAS que busca convocar a científicos naturales y sociales, artistas, otros actores relevantes y tomadores de decisiones para enmarcar los desafíos socioecológicos y trabajar con una perspectiva crítica de sistemas, conectando humanos y naturaleza. En el mismo se busca promover una cultura reflexiva que experimente en torno a la integración de Ciencia, Arte y Política a fin de construir capacidades para la transformación.

El T-Lab es un espacio para la colaboración transdisciplinaria donde se produce la creación colectiva de conocimiento a partir de: estar juntos (diferentes partes interesadas), utilizar juntos diferentes tipos de conocimiento (talentos, habilidades) y hacer juntos (desarrollo, investigación, innovación, co-creación de nuevas ideas, nuevas políticas, representación/visualización, comunicación) y actuar para enfrentar desafíos relevantes y desarrollar una agenda de aprendizaje compartido.

Este enfoque busca que los proyectos o iniciativas estén basadas en una visión sistémica, un sistema de actores e intereses que dan sentido a una situación compleja, una comprensión dinámica y profunda, abordar la raíz de las cosas que no están funcionando para dar lugar al surgimiento de iniciativas innovadoras. Ello demanda inclusión social, con personas con diversas perspectivas que trabajen de forma colectiva y con pensamiento crítico. Es decir, explorar y reconciliar (con responsabilidad y reflexión crítica) cuestiones éticas y relaciones de poder, ambas expresiones de problemas fronterizos asociados con entendimientos parciales inevitables del pensamiento crítico (Midgley, 2000).

Un T-Lab es un espacio para fortalecer los *Homo reciprocans* y *sociologicus* (Dash, 2015), ya que lo que se necesita es un "cambio de piel" (Leff, 2009, p.105). Este tipo de actores integraría valores de solidaridad, reciprocidad y sostenibilidad como medio para alcanzar un bienestar moral y ecológico.

Tversky y Kahneman (1974) demostraron que, en contextos reales de incertidumbre y complejidad, los comportamientos humanos no están determinados por el principio de maximización de la utilidad. Ambas naturalezas, la egoísta (*Homo economicus*) y la altruista (*Homo reciprocans*), se encuentran en la naturaleza humana. Es la estructura social que construye y fomenta uno u otro comportamiento. En la misma dirección Polanyi (1957) ya afirmó que la institucionalización de la economía capitalista, de acuerdo con la construcción social considerada como universal del *Homo economicus*, condujo a la mercantilización de la vida y la destrucción de las bases humanas y naturales de la sociedad. La concepción hegemónica del ser humano como criatura egoísta implica la destrucción de la naturaleza y la promoción de la desigualdad social. Pero Polanyi reconoció que es posible desarrollar una relación más compleja con la sociedad y la economía, con nuevas instituciones para guiar el comportamiento humano de una manera que mantenga la vida de todos los miembros de la sociedad.

Estos espacios de transformación buscan desarrollar actores reflexivos sobre los nuevos valores colectivos y por lo tanto, tienen un nuevo rol fundamental a jugar en la agenda de la sostenibilidad, con una investigación-acción para la transformación y con un paradigma de compromiso social.

HACIA UNA SÍNTESIS DE CONOCIMIENTO: CIENCIA, ARTE Y POLÍTICA

Fuente: Bason (2010)

Análisis	Síntesis
(Separación)	(Unificación)
Racional	Emocional
Lógico	Intuitivo/pragmático
Deductivo	Inductivo
Soluciones	Paradigmas, plataformas
Pensar a través de...	Pensar haciendo
Una disciplina	Múltiples disciplinas, forma T
Causalidad	Impacto, valor, difusión

El fundamento que motiva esta propuesta es que el diseño de una solución a un

problema socio-ambiental de naturaleza compleja plantea la necesidad de articular de forma crítica estas dos lógicas cognitivas, con el fin de desarrollar nuevas prácticas que permitan explicar la naturaleza normativa, sensible a valores, creencias y narrativas detrás de los datos empíricos. El gran desafío es como avanzamos hacia una síntesis, a una “consiliencia” incluyendo los dos tipos de conocimiento, junto con los valores, las experiencias personales, las emociones y los juicios éticos de los actores implicados que ayudara a la construcción de identidades socio-ecológicas y la conciencia ecológica (Heras y Tabara, 2013).

El pensamiento intuitivo conduce a procesos de prueba y error, incluye además la empatía, es decir, la observación profunda de las necesidades y emociones de los demás; la imaginación, necesaria para una búsqueda optimista de soluciones; y la visualización, que permite facilitar lo difícil a través de la producción colectiva de imágenes (Snow, 1998; Scheffer et al., 2015; Glatzeder, 2011). Por ello, se busca incluir a las artes en este espacio de transformación, para ayudar a desarrollar la dimensión creativa, exploratoria y motivadora, incorporar las emocionales haciendo explícitas las conexiones existentes entre las personas, y entre las personas y la naturaleza (Inwood, 2008, Kagan, 2008, Selman et al., 2010); así como ayudar a imaginar escenarios alternativos a los problemas planteados (Curtis et al., 2012; Wiek e Iwaniec, 2014; Scheffer et al., 2015).

Lo más importante en este proceso es que las artes ayudan a fortalecer una discusión significativa sobre los valores que guían el proceso de transformación. De hecho, es importante remarcar que el enfoque que estamos proponiendo asume que la creación de conocimiento no es de valor neutral y es necesario hacer explícito los valores para manejar conflictos e intereses. Por tanto, es necesario incorporar métodos novedosos que puedan respaldar los procesos de aprendizaje transformacional y el empoderamiento de las personas que conducen a la transformación social.

Con tal fin, en la construcción del T-Lab identificamos nuevas capacidades y competencias que debemos desarrollar para abordar problemas complejos:

Capacidad de anticipación para gestionar la incertidumbre y con el fin de movilizar a las personas y transformar a las visiones construidas colectivamente en acción. La distinción entre incertidumbre epistémica y ontológica es relevante, ya que se requerirán diferentes métodos para tratar diferentes tipos de incertidumbre. La incertidumbre epistémica se deriva del conocimiento imperfecto de un sistema, mientras que la incertidumbre ontológica se relaciona con la variabilidad inherente y la imprevisibilidad en el propio sistema, así como la imprevisibilidad de comportamiento e intereses de actores implicados. Por ejemplo, más investigación e innovaciones tecnológicas ayudarían a reducir la incertidumbre epistémica, mientras que poco se puede hacer para reducir la incertidumbre ontológica. El hecho de que haya múltiples partes involucradas en el proceso de elaboración de políticas, cada una con sus propios sistemas de creencias, opiniones, preferencias e intereses y, por lo tanto, sus propias interpretaciones de la misma información, da lugar a un nuevo tipo de incertidumbre: la ambigüedad, una situación en el que un tomador de decisión no tiene un entendimiento único y completo para ser administrado (Drieschova y Fischhendler, 2012).

Para sortear estas dificultades los enfoques metodológicos de prospectiva ayudan a fortalecer la capacidad anticipatoria y al diálogo reflexivo, incluyendo el descubrimiento de los diferentes marcos interpretativos (*framings*), cosmovisiones subyacentes a nuestro sistema de valores que determinan la acción (Kajil, 2011, Wiek e Iwaniec, 2014). La visión juega un papel crucial en la construcción del futuro y cuando se fusiona con el pensamiento crítico, tiene el

potencial de conectarse con los motivos y las aspiraciones de la gente, y conduce a la acción con propósitos informados (Tilbury y Wortman, 2004; Wayman, 2009). Esto permitirá tener en cuenta los valores, gestionar las diferencias, abordar posibles conflictos y legitimar decisiones futuras.

Capacidad de síntesis de conocimiento. Estas prácticas implican una interacción continua entre actores de diferentes subsistemas sociales (investigación, política, sociedad civil, sector privado), para vincular diferentes perspectivas y tipos de conocimiento (científicos y experienciales) con el fin de alcanzar una comprensión más profunda del problema en la vida real y generar una brújula para una mejor toma de decisión. El proceso de aprendizaje implica la exploración e integración de conocimiento útil, ya sea tácito o codificado. La base conceptual más relevante para la transdisciplinariedad es la visión sistémica del problema como proceso de construcción social y aprendizaje en acción (Hirsch et al., 2010) como dos actos inseparables y simultáneos (Westberg y Polk, 2016). Se rechaza la noción de que el conocimiento puede ser neutral en cuanto a los valores, por tanto, esto implica relacionar e interconectar hechos, juicios, visiones, valores, intereses, epistemologías, escalas de tiempo, escalas geográficas y visiones del mundo no exentas de conflictos (Bammer, 2013).

Capacidad de catalizar el cambio para desarrollar una intervención en un entorno complejo que suele caracterizarse por: 1. Altos niveles de incertidumbre; 2. Interdependencia entre múltiples sectores, niveles (local, nacional, global) y partes interesadas en la toma de decisiones; 3. Existencia de visiones en conflicto sobre los problemas. Ello implica desarrollar nuevas competencias de liderazgo con el fin aumentar la capacidad para anticipar, generar, y evaluar múltiples vías para llegar a los escenarios imaginados. Asimismo, esto debe ir acompañado con el fomento de la capacidad de monitorear procesos y evaluar resultados con enfoques reflexivos que ayuden a reconocer tanto los patrones emergentes a medida que la intervención se desarrolla, así como la imprevisibilidad inherente de cualquier camino de cambio deseado (Patton, 2011).

REFLEXIONES FINALES. PORQUÉ ESPACIOS DE TRANSFORMACIÓN

Frente a un mundo complejo, incierto y dinámico, la agenda Global trata de propulsar un fuerte debate sobre la desigualdad social y las problemáticas ambientales. Sin embargo, las instituciones tradicionales no son capaces de abordar la naturaleza compleja de estos problemas y, por tanto, es necesario encontrar nuevas formas de transitarlos. La gobernanza debe transformarse en base a nuevos valores que suponen un profundo cambio cultural con el bienestar como objetivo final y que nos lleven a repensar el papel del mercado, a respetar los límites ecológicos y a cuidar de nuestros bienes comunes globales.

La generación de espacios de transformación como el T-Lab nos invita a aprender a usar el enfoque transdisciplinario, junto con el pensamiento sistémico crítico y la ciencia de la sostenibilidad para contribuir al diseño de políticas públicas orientadas a gestionar conflictos socio-ambientales, que resulten de la experimentación y la combinación de diferentes tipos de conocimiento (científico / local / tradicional) para crear oportunidades hacia una transformación sostenible. Es decir, es necesario una repolitización de la arena pública, en contraste con el modelo de decisión tecnocrática dominante, que permite una crítica significativa y reveladora de supuestos e intereses de poder. El desafío está en generar una nueva meta-narrativa sobre la generación de conocimiento y la innovación para poder interpretar y actuar en este mundo complejo, alejándonos de las formas dominantes de pensar y hacer. Para ello se necesita un cambio cultural, un nuevo paradigma para la transformación

sostenible que contenga el desarrollo de nuevas capacidades (anticipación, síntesis, catálisis) necesarias para que la sociedad pueda navegar la creciente incertidumbre, complejidad y ambigüedad.

BIBLIOGRAFÍA

Apostel, L. et al. (1972). *Interdisciplinarity, problems of teaching and research in universities*. Paris: OECD publications.

Ahlqvist, T. y Rhiart, M. (2015). Emerging pathways for critical futures research: changing contexts and impacts of social theory. *Futures*, 71, 91-104.

Ansell, C. K. y Bartenberger, M. (2016). Varieties of experimentalism. *Ecological Economics* 130, 64-73.

Ansell, C. y Geyer, R. (2016). Pragmatic complexity'a new foundation for moving beyond 'evidence-based policy making?. *Policy Studies*, 38(2), 149-167.

Ansell, Ch. y Torfing, J. (2014). *Public Innovation through Collaboration and Design*. Routledge Critical Studies in Public Management.

Argyris, C. y Schön, D. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Addison Wesley, Reading, Mass.

Bammer, G. (2013). *Disciplining interdisciplinarity: Integration and implementation sciences for researching complex real-world problems*. Canberra: ANU Press

Bason, C. (2010). *Leading Public Sector Innovation: Co-creating for a Better Society*. Bristol: Policy Press.

Berkes, F., J. Colding, J. y Folke, K. (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Bobrow, D. B. y Dryzek, J.S. (1987). *Policy Analysis by Design*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Bos, J. J., Brown, R. R. y Farrelly, M. A. (2013). A design framework for creating social learning situations. *Global Environmental Change*, 23(2), 398-412.

Brugnach, M. et al., (2008). Toward a relational concept of uncertainty: about knowing too little, knowing too differently, and accepting not to know. *Ecology and Society*, 13(2), 30.

Cash, D. W. et al., (2006). Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society*, 11(2), 8.

Chesbrough H. (2003). *Open Innovation – The new imperative for Creating and Profiting from Technology*.

Cumming, G. S. et al., (2013). Resilience, experimentation, and scale mismatches in social ecological landscapes. *Landscape Ecology*, 28, 1139-1150.

Dash, A. (2015). *An Epistemological Reflection on Social and Solidarity Economy*. Forum for

Social Economics, 45:1, 61-87.

Dewey, J. (1927). *The Public and Its Problems*. New York: Holt, 1927. London: Allen & Unwin, 1927, republished as *The Public and Its Problems: An Essay in Political Inquiry*. Chicago: Gateway, 1940.

Drieschova, A., y Fischhendler, I. (2012). *A toolkit of mechanisms to reduce uncertainty in international water treaties*. Jerusalem: The Hebrew University of Jerusalem. CLICO project.

Dryzek, J. S. (1983). Don't Toss Coins into Garbage Cans: A Prologue to Policy Design. *Journal of Public Policy* 3, 345-67.

Fazey I. et al. (2017). Transformation in a changing climate: a research agenda. *Clim Dev* <http://dx.doi.org/10.1080/17565529.2017.1301864>.

Feola, G. (2015). Societal transformation in response to global environmental change: a review of emerging concepts. *Ambio*: 44, 376-390.

Fischer, J. et al. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a socialecological systems perspective.

Folke, Carl et al. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15(4).

Folke, C. (2016). Resilience (republished). *Ecology and Society*, 21(4), 44.

Funtowicz, S.O. y Ravetz, J.R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures* 25, 739–755.

Geels, F. W. y Kemp, R. (2006). Transitions, transformations, and reproduction: dynamics in socio-technical systems. M. D. McKelvey and M. Holmén, (ed.). 227-257. *Flexibility and stability in the innovating economy*. Oxford Scholarship Online Monographs, Oxford, UK.

Glatzeder, B. (2011). Two modes of thinking: evidence from crosscultural psychology. S. Han and E. Pöppel, (ed.). 233-247. *Culture and neural frames of cognition and communication: on thinking*. Berlin: Springer.

Gunderson, L.H., Holling. C.S. (ed.) (2002). *Panarchy*. Washington: Island Press.

Jantsch, E. (1972). Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation. En L. Apostel, G. Berger, A. Briggs, & G. Michaud (eds.), *Interdisciplinarity, problems of teaching and research in universities*, 97-121. Paris: OECD Publications.

Latour, B. (2004). *Politics of nature: how to bring the sciences into democracy*. Cambridge: Harvard University Press.

Habermas, J. (1972). *Knowledge and human interests*. Heinemann, London

Hirsch G.H., Pohl C. y Bammer, G. (2010). Chapter 30: Solving problems through transdisciplinary research. Froderman,R.,Thompson K. J. y Mitcham, C. (eds.) *Oxford: The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*,431-452.

Hoffmann, S., Pohl, C. y Hering, J. G. (2017). Exploring transdisciplinary integration within a large research program: empirical lessons from four thematic synthesis processes. *Research Policy* 46(3),678–692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.004>

Inwood, H. J. (2008). At a crossroads: situating place-based art education. *Canadian Journal of Environmental Education*, 13 (1), 29-41.

Jackson, M.C: (1990). Beyond a system of systems methodologies. *J Oper Res Soc* 41:657–668.

Jahn, T., Bergmann, M. y Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics* 79:1–10.

Jasanoff, S. (2004). *States of Knowledge: The Co-production of Science and the Social Order*. London: Routledge.

Jones, P. y Kijima, K. (2018) *Systemic Design Theory, Methods, and Practice*. Toronto Canada: Springer.

Kagan, S. (2008). *Sustainability: a new frontier for the arts and cultures*. Was Verlag Für Akademisch, Frankfurt, Germany.

Kajikawa, Y.; Saito, O. y Takeuchi, K. (2017). Academic landscape of 10 years of sustainability science. *Sustain. Sci.* 12, 869–873.

Kates, R. W. et al. (2001). Sustainability science. *Science*, 292(5517), 641–642.

Klein, J. T. (2001). The discourse on transdisciplinarity: An expanding global field. In J. Thompson Klein, W. Grossenbacher-Mansuy, R. Häberli, A. Bill, R. W. Scholz, & M. Welti, (eds.). *Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology, and society: An effective way of managing complexity (35-45)*. Basel, Switzerland: Birkhäuser.

Lang, D. J. et al. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science* 7(S1):25–43. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>.

Leeuw, S. (2011). Tipping toward sustainability: emerging pathways of transformation. *Ambio*, 40 (7), 762-780.

Leff, E. (2009). Degrowth, or deconstruction of the economy: Towards a sustainable world. Occasional Paper Series No.6, In *Contours of Climate Justice, Critical Currents*. Uppsala: Dag Hammarskjöld Foundation.

Luederitz, C. et al. (2016). Many pathways toward sustainability: not conflict but co-learning between transition narratives. *Sustainability Science*.

Luthe, T. (2017). Success in transdisciplinary sustainability research. *Sustainability* 9(71). <http://dx.doi.org/10.3390/su9010071>

Manzini, E. (2015). *Design, When Everybody Designs*. Cambridge, MA: The MIT Press.

McGregor, S. L. T. (2015). The Nicolescuian and Zurich Approaches to Transdisciplinarity. *Integral Leadership Review* (April-June), 6-16.

Meadows, D.H. et al., (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York: Universe Books.

Midgley, G. (1996). What is this thing called critical systems thinking? En: Flood RL, Romm NRA

(eds) Critical systems thinking: Current research and practice, Plenum, New York

Midgley, G. (2000). Systemic intervention: Philosophy, methodology, and practice. Kluwer/Plenum, New York.

Stojanovic, T. et al. (2019). The “Social “ Aspect of Social-Ecological Systems: A Critique of Analytical Frameworks and Findings from a Multisite Study of Coastal Sustainability.

Ostrom, E.; Janssen, M.A.; Anderies, J.M. (2007). Going beyond panaceas. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 104, 15176–15178.

Özbekhan, H. (1970). The Club of Rome – The Predicament of Mankind: A Quest for Structured Responses to Growing World-Wide Complexities and Uncertainties. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania: Management and Behavioural Science Center.

Patterson J. et al. (2016). Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. Environ Innov Soc Transit. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001>.

Piaget, J. (1972). The epistemology of interdisciplinary relationships. En L. Apostel, G. Berger, A. Briggs, & G. Michaud (eds.), Interdisciplinarity, problems of teaching and research in universities. Paris: OECD publications.

Pohl, C. and Hirsch Hadorn, G. (2007). Principles for Designing Transdisciplinary Research. Proposed by the Swiss Academies of Arts and Sciences, oekom Verlag, München.

Rockström J. et al. (2017). A roadmap for rapid decarbonization. Science, 355:1269-1271.

OCDE (2017). Fostering Innovation in the public service. OCDE. <http://www.oecd.org/gov/fostering-innovation-in-the-public-sector-9789264270879-en.htm>

OCDE (2014). <https://www.oecd.org/innovating-the-public-sector/Background-report.pdf>

Olsson, P., Galaz, V. y Boonstra, W.J. (2014). Sustainability transformations: a resilience perspective. Ecology and Society, 19(4),1.

Olsson, P. et al., (2006). Shooting the rapids: navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. Ecol. Soc.,11 (1), 18.

Ostrom, E. (1990). Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

Patton, M. Q. (2011). Essentials of utilization-focused evaluation. Sage Publications.

Pelling, M.; O’Brien, K. Y Matyas, D (2014). Adaptation and transformation. Clim. Chang., 133, 113-127.

Pestoff, V. (2009). Towards a Paradigm of Democratic Participation: Citizen Participation and Co-Production of Personal Social Services in Sweden. Annals of Public and Cooperative Economics, 80 (2),197-224.

Peters, G. (2015). Public Policy: a design perspective. Advanced Introduction to Public Policy, Elgar,1-12.

- Peters, G. (2018). *Policy Problems and Policy Design*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Piaget, J. (1972). The epistemology of interdisciplinary relationships. Paper presented at the Center for Educational Research and Innovation (CERI), Paris, France.
- Pohl, C. y Hirsch Hadorn, G. (2008). Methodological challenges of transdisciplinary research. *Natures Sciences Sociétés* 16 (2):111–121.
- Pohl, C. et al. (2008). Core Terms in Transdisciplinary Research. *Handbook of Transdisciplinary Research*. G. Hirsch Hadorn, H. Hoffmann-Riem, S. Biber-Klemm, W. Grossenbacher-Mansuy, D. Joye, C. Pohl, U. Wiesmann y E. Zemp (eds.), 28, 427-432. Dordrecht: Springer. Bilder.
- Rein, M. y Schön, D. (1993). Reframing Policy Discourse. Fischer, F., Forester, J. en *The Argumentative Turn in Policy Analysis and Planning*. Durham, NC: Duke University Press, 145-167.
- Rockström, J. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472.
- Roe, E. (1994). *Narrative policy analysis theory and practice*. Duke University Press, Durham.
- Selman, P. et al. (2010). Reconnecting with a neglected river through imaginative engagement. *Ecology and Society*, 15(3), 18.
- Schön, D. (1978). Generative metaphor: A perspective on problem setting in social policy. *Metaphor and Thoughts*, Ortony, A (ed.). Cambridge, 264-272.
- Schön, D. (1984). *The Reflective Practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Schon, D. y Rein, M., (1994). *Frame Reflection: Toward the Resolution of Intractable Policy Controversies*. Basic Books, New York.
- Snowden, D. J. y Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard business review*, 85(11), 68.
- Steffen, W., Crutzen, J. y McNeill, J.R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio* 36, 614-621.
- Stojanovic, T. et al. (2016). **The “social” aspect of social-ecological systems: a critique of analytical frameworks and findings from a multisite study of coastal sustainability**. *Ecology and Society* 21 (3):15.
- Scheffer, M. et al. (2015). Dual thinking for scientists. *Ecology and Society*, 20(2), 3.
- Snow, C. P. (1998) *The Two Cultures*. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Tschakert, P. y Dietrich, K.A. (2010). Aprendizaje anticipado para la adaptación al cambio climático y la resiliencia. *Ecology and Society*, 15 (2),11.
- Tàbara, J. D. y Chabay, I. (2013). Coupling human information and knowledge systems with social-ecological systems change: reframing research, education, and policy for sustainability. *Environmental Science and Policy*, 28,71-81.

Tversky, A. y Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.

Wiek, A. y Lang, D.J. (2016). Transformational sustainability research methodology. *Sustainability science: An introduction*. H. Heinrichs, P. Martens, G. Michelsen, and A. Wiek (eds.), 31–41. Dordrecht: Springer.

Westberg, L. y Polk, M. (2016). The role of learning in transdisciplinary research: Moving from a normative concept to an analytical tool through a practice based approach. *Sustainability Science*, 11, 385-397.