



ARTÍCULOS

UTOPIA Y PRAXIS LATINOAMERICANA. AÑO: 26, n.º 94, 2021, pp.158-176
REVISTA INTERNACIONAL DE FILOSOFÍA Y TEORÍA SOCIAL
CESA-FCES-UNIVERSIDAD DEL ZULIA. MARACAIBO-VENEZUELA
ISSN 1316-5216 / ISSN-e: 2477-9535

TRANSICIÓN HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE. ¿QUÉ APORTA LA INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINARIA?

Transition to a sustainable future. What does transdisciplinary research contribute?

Cristina ZURBRIGGEN

<https://orcid.org/0000-0001-5169-6712>

criszurbruggen@gmail.com

Instituto de Ciencia Política, FCS-UDELAR, Uruguay

Miguel SIERRA

<https://orcid.org/0000-0001-6344-5507>

msierra@inia.org.uy

INIA, Uruguay

Este trabajo está depositado en Zenodo:

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.4815680>

RESUMEN

A nivel global ha emergido un discurso científico y público con un reconocimiento creciente sobre la necesidad de cambios profundos para avanzar hacia una transición sostenible. En este contexto, la investigación transdisciplinaria emerge como un enfoque prometedor para abordar la naturaleza compleja e incierta de los problemas que enfrentamos. Y se plantean algunos interrogantes relevantes: ¿están las universidades preparadas para incorporar nuevas formas de producción de conocimiento?, ¿cuáles son algunos de los marcos clave que se pueden utilizar para la investigación transdisciplinaria?, ¿qué capacidades son necesarias desarrollar hacia una transición sostenible?

Palabras clave: anticipación, ciencia de la sostenibilidad, experimentación generativa, pensamiento sistémico, transdisciplina.

ABSTRACT

At a global level, a scientific and public discourse has emerged with a growing recognition of the need for profound changes to advance towards a sustainable transition. In this context, transdisciplinary research emerges as a promising approach to address the complex and uncertain nature of the problems we face in the XXI century. In this scenario, some relevant questions arise: Are the universities prepared to incorporate new forms of knowledge production? What are some of the key frameworks that can be used for transdisciplinary research? What capacities need to be developed towards a sustainable transition?

Keywords: anticipation, generative experimentation, research, systems thinking, sustainability science transdisciplinary.

Recibido: 13-01-2021 • Aceptado: 20-04-2021



INTRODUCCIÓN

Las crisis y problemas mundiales persistentes como cambio climático, el agotamiento de los recursos y la creciente desigualdad han impulsado el interés en la ciencia y en la política sobre la necesidad de la transición o transformación social, proporcionando nuevos imaginarios políticos para transitar hacia los futuros poscarbono. Mantener al mundo muy por debajo del aumento de 2 °C de 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 los valores y el comportamiento de los actores que los habitan, y en la forma que nos enfrentamos a los problemas (Feola, 2015; Witt, 2019; Fazey *et al.*, 2018; O'Brien, 2018).

Los problemas perversos (*wicked problem*) no puede abordarse adecuadamente desde una sola disciplina o desde un solo actor, porque múltiples factores están interrelacionados e intrínsecamente vinculados en un meta-sistema de problemas y, como tal, no se pueden resolver de forma aislada (Rittel y Webber, 1973). Para superar estos desafíos, los enfoques transdisciplinarios son cada vez más reconocidos por tender puentes entre diferentes disciplinas de la ciencia y actores externos a la academia para codiseñar soluciones para el mundo real (Pohl y Hadorn, 2008; Jahn, Bergmann y Keil, 2012; Bammer *et al.*, 2020; Hoffmann, Pohl y Hering, 2017).

En este contexto, se está produciendo un movimiento, más allá de la hegemonía percibida del experto disciplinar, hacia el codiseño transdisciplinario en la investigación y en el diseño de políticas públicas. Los enfoques internacionales de coordinación y financiación de la ciencia han evolucionado en las últimas décadas. Ejemplo de ello, son las plataformas como Future Earth, creada en 2013 por el Consejo Internacional para la Ciencia; Belmont Forum; el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y la Agenda para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, entre otros. El Consejo Internacional de la Ciencia (International Science Council, ISC) se creó en 2018 como resultado de la fusión del International Council for Science (anteriormente ICSU) y el International Social Science Council (ISSC) (Shrivastava *et al.*, 2020).

En la misma dirección, los programas de financiación de investigación y políticas científicas de la Comisión Europea solicitan cada vez más a los investigadores que coproduzcan conocimientos con los responsables políticos, las empresas y los actores de la sociedad civil para abordar los desafíos del siglo XXI (Fritz, Schilling y Binder, 2019), abriendo así la producción de conocimiento a actores más allá del ámbito científico. Por su parte, diversos organismos internacionales ponen de manifiesto la relevancia de los enfoques transdisciplinarios para abordar los Objetivos de Desarrollo 2030 y los compromisos de París (OECD-IIASA, 2019).

Estas propuestas generalmente se basan en la expectativa que la incorporación de múltiples actores y saberes en el proceso de investigación producirá un conocimiento sólido y contribuirá al cambio social deseado (Polk, 2014). Sin embargo, la gobernanza actual está fragmentada. Como lo expresa Bruno Latour (2005), 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, la intuición del razonamiento y el conocimiento de la ética (Österblom *et al.*, 2015; Scheffer *et al.*, 2015). Aunque tales bifurcaciones nunca se logran completamente (Latour, 1990), 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, 1978).

Por tanto, superar estas fragmentaciones implican un gran desafío. Con el fin de explorar posibles caminos, se analizarán los aportes críticos que plantean la necesidad de un nuevo paradigma en la producción de conocimiento científico y no científico, tales como la teoría de la resiliencia (Berkes y Jolly, 2001; Folke *et al.*, 2005; Folke, 2016) o el enfoque de la gestión de las transiciones (Geels, 2006), el pensamiento de sistema crítico (Midgley, 2000), así como nuevos enfoques de diseño y experimentación en política pública (Peters, 2018; Ansell y Bartenberger, 2016; Ansell y Geyer, 2016), entre otros. Este documento está inspirado en los abordajes que comparten la necesidad de introducir un enfoque

transdisciplinario con el fin de superar la fragmentación de conocimiento. Un nuevo abordaje ontológico, epistemológico y metodológico para generar conocimiento para abordar los problemas de sostenibilidad y transitar hacia un nuevo modelo de desarrollo.

Con este fin, el artículo se ha estructurado en tres partes. En la primera, se analizan las bases conceptuales de la investigación transdisciplinar. En la segunda, se identifican las capacidades necesarias para desarrollar nuevos espacios desde las universidades para generar una infraestructura más robusta para la investigación transdisciplina. Por último, se reflexiona sobre los desafíos de las universidades de América Latina para incluir estas nuevas formas de abordar la complejidad de los problemas actuales.

HACIA UN NUEVO PARADIGMA EN LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO

La ciencia de la sostenibilidad, la resiliencia y la inclusión de valores

Al comienzo del presente milenio, muchos esfuerzos se han realizado por la comunidad científica para generar una *nueva ciencia*, y especialmente, se ha consolidado 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 los ambientales (Kates *et al.*, 2001; Fang *et al.*, 2018) 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 (Clark y Dickson, 2003; Ostrom, Janssen, y Anderies, 2007). Un campo de investigación crítica y transdisciplinar, definido por problemas y no por disciplinas (Clark, 2007; Kajikawa, 2008), donde tiene lugar un esfuerzo normativo y reflexivo que toma en cuenta la incertidumbre y los valores en juego para aportar en 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, Colding y Folke, 2000; Folke 2016) y el enfoque de la gestión de las transiciones (Geels, 2002; Köhler *et al.*, 2019), entre otros. Como un subconjunto de la ciencia de la sostenibilidad, la investigación de sistemas socio-ecológicos (SES) tiene como objetivos generar conocimiento e introducir conceptos que resuelvan los urgentes desafíos de sostenibilidad, desde la pérdida de biodiversidad y el hábitat, la degradación del cambio climático y la sobrepesca (Berkes, Colding y Folke, 2003; Fischer *et al.*, 2015; Folke, 2016). La investigación de SES persigue transformaciones de gran alcance hacia la sostenibilidad (Westley *et al.*, 2011; Olsson *et al.*, 2014) que incluye, por ejemplo, un "cambio de mentalidad a la escala de una 'revolución copernicana' a largo plazo, para poner nuestras mentes en armonía con el sistema terrestre del que dependemos" (Rockström y Klum: 2012, p. 49).

La teoría de resiliencia¹ de los sistemas socio-ecológicos establece tres principios fundamentales: 1. los problemas ambientales no se pueden analizar ni comprender separados de su contexto social. 2. La incertidumbre y la sorpresa son atributos de los sistemas socio-ecológicos y debemos aprender a vivir con ellos. 3. 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.

Este enfoque ha llevado a poner en valor la comprensión sistémica de los problemas de sostenibilidad, aportando a la sociedad la necesidad de reconectarse con la naturaleza y la toma conciencia sobre los límites planetarios en la explotación de los recursos naturales (Liu *et al.*, 2015). Sin embargo, una gran interrogante a responder es cómo se incorpora la dimensión normativa, es decir, cómo se determina cuando la resiliencia

¹ El término resiliencia se deriva del latín, *resilio*, que significa volver atrás, volver de un salto, resaltar, rebotar. Fue utilizado en ingeniería, en la ciencia de los materiales, en 1957. En la década de 1950 lo aplicó la psicología, y en 1973, lo usó Holling por primera vez para la ecología y posteriormente para la gestión de sistemas resilientes con los conceptos de ciclos adaptativos y panarquía, que utilizó para analizar la dinámica de los ecosistemas (Gunderson y Holling, 2002). Los aportes actuales del pensamiento de resiliencia van más allá de una formulación estrecha del concepto, como capacidad de resistir las conmociones, y plantea la capacidad de transformación de los sistemas socioecológicos (Folke, 2016).

se encuentra en un camino deseable o indeseable, y para quién, una pregunta subjetiva, política e inherentemente cargada de valores.

Como sugiere Schneider *et al.* (2019a) la producción de conocimiento relevante para el desarrollo sostenible implica compromiso analítico con normas y valores a través de cuatro tareas. Primero, desentrañar y reflexionar críticamente sobre los valores éticos involucrados en la sostenibilidad; los valores deberían convertirse cada vez más en un objeto empírico y teórico de la investigación sobre sostenibilidad. En segundo lugar, para garantizar que la investigación sobre sistemas socio-ecológicos esté relacionada con los valores de sostenibilidad, los investigadores deben reflexionar y detallar qué valores de sostenibilidad guían su investigación, teniendo en cuenta las posibles interdependencias, sinergias, y compensaciones. En tercer lugar, para encontrar un terreno común sobre lo que significa la sostenibilidad para situaciones específicas, los científicos deben participar en procesos de aprendizaje deliberativo con actores sociales, con miras a reflexionar conjuntamente sobre las visiones de desarrollo existentes y creando nuevos, contextualizados. En cuarto lugar, esto implica que los investigadores y las disciplinas científicas deben aclarar sus propios valores éticos y epistémicos, ya que define la responsabilidad y da forma a la identificación de problemas, preguntas de investigación y resultados. Ignorar estas tareas, ya sea a favor o crítica de la Agenda 2030, socavaría la credibilidad y relevancia de las contribuciones científicas para el desarrollo sostenible.

Por su parte, el abordaje de los enfoques SES necesita una mayor comprensión del papel de la agencia humana. Los enfoques de los sistemas socio-ecológicos descienden de la teoría general de sistemas, personificada en el trabajo de L. Von Bertalanffy, K. E. Boulding, y J. W. Forrester entre otros. Los conceptos clave incluyen las relaciones entre partes que interactúan: retroalimentación, límites, propiedades emergentes, autoorganización y jerarquías (Jerneck *et al.*, 2011). A partir de estos principios, se basan en áreas de la complejidad de la ciencia como la teoría de los sistemas adaptativos; teoría del actor-red y modelado basado en agentes. Sin embargo, definir los aspectos sociales desde este enfoque sistémico biológico ha demostrado ser un reto no resuelto (Stojanovic *et al.*, 2019).

En este sentido, es importante recordar el aporte de Habermas (1984), en su libro *La teoría de la acción comunicativa*, que sugiere que los enfoques de sistemas proporcionan información clave, pero por sí solos no son suficientes para teorizar a la sociedad en su totalidad. Esta perspectiva tiende a introducir un sesgo institucional en los análisis de causalidad por encima de las consideraciones de cultura y la formación de la personalidad, debido a que un enfoque de sistemas hace que este último sea menos susceptible a la investigación empírica. En respuesta, Habermas propone un modelo de sociedad con dos componentes como "sistema más allá de la vida", que se basa en metodologías analíticas y hermenéuticas para caracterizar las estructuras sociales y el cambio social (Stojanovic *et al.*, 2019).²

Ello implica que los actores, las intenciones de los agentes —que se refleja en su interpretación de visiones del mundo y tradiciones, normas y relaciones culturales, dinámicas de poder dentro de las esferas políticas y civiles, formación de roles y personalidad— tienen una fuerte relación con el desarrollo de la sociedad y sus componentes, es decir, con las razones por las que los humanos persiguen la vida en un colectivo (y llevan adelante procesos de transformación). La naturaleza de estos acoplamientos 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 y la transformación (Stojanovic *et al.*, 2019).

Los procesos de transición o transformación de una sociedad dependen de las percepciones, los valores y la cognición. Los actores juegan un papel clave en la configuración de transiciones y transformaciones deseables a través de la agencia y la gobernanza transformadora. Los procesos para dar forma a las

² Desde fines del siglo XIX, los autores de la Escuela de Frankfurt (Adorno, Horkheimer, Apel, Marcuse, y, especialmente, Habermas) se centraron de una manera especial en ellos, estructurando la llamada teoría crítica o teoría de la acción comunicativa, que pone el énfasis en la actividad crítica del sujeto durante todo el proceso de atribuir significado a los datos. Estos autores quieren ser críticos de los presupuestos que el científico empírico-positivista no cuestiona: el carácter contradictorio racional-irracional de la sociedad, la necesidad de situar los hechos en un todo social para que tengan sentido, la interacción y dependencia entre el objeto de conocimiento y la manera de ser conocido, etc.

transiciones y transformaciones son profundamente políticos, e involucran luchas de poder y conflictos de valores (Patterson *et al.*, 2017). Incluyen anticipación, experimentación, innovación (por ejemplo, institucional, social, tecnológica, económica), colaboración, aprendizaje e integración del conocimiento.

LA INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINARIA

Sus orígenes

Desde la ciencia de la sostenibilidad y otros abordajes sistémico, como el pensamiento socio-ecológico resiliente, se ha señalado que para comprender las dinámicas complejas que surgen de las interacciones entre los sistemas humanos y ambientales se necesitan nuevas formas de producción de conocimiento orientado a soluciones del mundo real. Al mismo tiempo, se plantean enormes desafíos para transitar hacia una nueva forma de producir conocimiento. Es así que la investigación transdisciplinaria se ha consolidado, en estas últimas dos décadas, como un enfoque que permite trascender los límites disciplinarios, e involucrar a los actores no científicos en el abordaje de los retos que enfrenta la humanidad (Clark y Dickson, 2003; Ostrom, Janssen, y Anderies 2007).³ Un campo de investigación definido por problemas y no por disciplinas (Clark 2007; Kajikawa *et al.* 2007), donde tiene lugar un esfuerzo normativo y reflexivo que tiene en cuenta la incertidumbre y los valores en juego para aportar a la solución de problemas complejos.

Dentro de la noción de transdiscipliniedad se han desarrollado corrientes que corresponden a diferentes comunidades y prácticas de investigación (Klein, 2008). La mayoría de los debates se han estructurado identificando varios tipos de transdiscipliniedad, generalmente con una dicotomía teórica —basada en el físico cuántico Basarab Nicolescu y en Edgar Morin— versus práctica —modelo basado en Modo 2 de Gibbons— y sus posibles vínculos (McGregor, 2015; Rigolot, 2020).⁴

En las últimas dos décadas, dentro de la corriente práctica, se han realizado importantes esfuerzos por vincular metodologías y teorías, con el grupo de Zurich y en Australia, la ciencias de integración y la implementación (i2A) (Bammer, 2007; 2020). Según el grupo de Zurich, la transdiscipliniedad como disciplina puede entenderse en términos del Modo 2 (Gibbons *et al.* 1997) y los conocimientos de las ciencias de integración e implementación. La noción de transdiscipliniedad en el Modo 2 fue adoptada en el congreso de Zürich en 2000 por la principal comunidad académica de investigación en transdiscipliniedad, que finalmente se convirtió en la Red TD-net para la Investigación de Transdiscipliniedad con sede en Suiza (McGregor, 2015; Rigolot 2020). El Modo 2 se caracteriza por ser transdisciplinar; “se lleva a cabo en un contexto de aplicación”, es heterogéneo; organizativamente es heterárquico y transitorio; el control de calidad incorpora los intereses sociales, económicos y políticos; es más socialmente responsable y reflexivo que el Modo 1.

Las ciencias de la integración e implementación (i2S) no corresponden estrictamente a la transdiscipliniedad, ya que abarcan muchos otros enfoques como la dinámica de sistemas (Midgley, 2000),

³ Este movimiento surgió con fuerza en el presente milenio, pero la palabra transdiscipliniedad se utilizó por primera vez en 1972, y se le atribuye a Jean Piaget la creación del término. Un enfoque holístico de producción de conocimiento, su intención era superar la parcelación y fragmentación del conocimiento que reflejan las disciplinas particulares y su consiguiente hiperespecialización, y, debido a esto, su incapacidad para comprender las complejas realidades del mundo actual, las que se distinguen, precisamente, por la multiplicidad de los nexos, de las relaciones y de las interconexiones que las constituyen. Julie Thompson Klein (2001) fue una interlocutora clave en estos debates, señaló que la Cumbre de Río de Janeiro en 1992 fue el punto de inflexión sobre la necesidad, en las comunidades académicas y científicas, de accionar una nueva forma de producir conocimiento científico para abordar los problemas de la humanidad. Poco después, en 1994, se celebró el Primer Congreso Mundial sobre Transdiscipliniedad, con la Carta de Transdiscipliniedad, atribuida al físico teórico rumano Basarab Nicolescu junto con la artista portuguesa Lima de Freitas y el francés Edgar Morin, conocido por su enfoque de complejidad.

⁴ En otra tipología, Max-Neef (2005) propone distinguir la *transdiscipliniedad débil*, que se puede aplicar siguiendo métodos y lógica tradicionales, y la *transdiscipliniedad fuerte*. Desde esta perspectiva, la transdiscipliniedad es más que una nueva disciplina o una superdisciplina; es una manera diferente de ver el mundo [que es] más sistémica y holística (Max-Neef, 2005). Como último ejemplo, Nicolescu (2010) distingue tres formas de transdiscipliniedad: 1. teórica (referido a su propio trabajo y al de su colaborador, Edgar Morin); 2. fenomenológica (correspondiente al Modo 2 de Gibbon); y 3. experimental (basada en datos existentes en una diversidad de campos, como educación, arte y literatura).

las ciencias de la sostenibilidad y la investigación-acción (Bammer, 2017). Este enfoque se desarrolló tomando como base el paradigma interpretativo de la investigación social (Krohn, 2008), el enfoque sistemas críticos (Midgley, 2000), las teorías de acción social y aprendizaje de doble bucle (Argyris y Schön, 1996; Hirsch, Pohl y Bammer, 2010).⁵

Sin embargo, existe una superposición significativa como se indica en la definición de i2S: una nueva disciplina que proporciona conceptos y métodos para realizar investigaciones sobre problemas complejos del mundo real (Bammer, 2017). En particular, el dominio de aplicación de i2S incluye temas como la síntesis del conocimiento disciplinario y de las partes interesadas, la comprensión y gestión de diversas incógnitas, y la provisión de apoyo de investigación integrado para el cambio de políticas y prácticas (Bammer, 2017). Un avance importante ha sido la construcción de un repositorio de métodos, que también está abierto a intercambios teóricos y desarrollo diversos (Bammer *et al.*, 2020).

Según Bammer (2013, 2020), en el proceso de integración juegan un conjunto de conceptos básicos: 1. enfoque de sistemas; 2. atención al encuadre de problemas y establecimiento de límites; 3. atención a los valores; 4. comprensión sofisticada de la ignorancia y la incertidumbre, y 5. comprensión de las colaboraciones.

El primer concepto central es que la integración de la investigación comienza con un enfoque de sistemas, en otras palabras, una visión del mundo que nos orienta a mirar el todo y su relación con las partes de un problema. Todo está interconectado, de modo que, por ejemplo, los cambios realizados en un área suelen tener repercusiones en otros. Estas influencias pueden ocurrir de formas inesperadas. Sin embargo, ningún proyecto o programa de investigación puede abarcarlo todo, por lo que se debe delimitar la forma en que se aborda cualquier problema en particular, lo que conduce al segundo concepto central: atención al encuadre del problema y al establecimiento de límites. Cada uno de ellos determinará qué se incluye, excluye y margina en la investigación.

La estructuración de problemas está estrechamente alineada con los valores que sustentan la investigación, por lo que la atención a los valores es el tercer concepto central. Además, la investigación reúne las perspectivas de diferentes disciplinas y de grupos de práctica, como la industria, el gobierno, la comunidad y los grupos profesionales. Se rechaza la noción de que el conocimiento puede ser neutral en cuanto a los valores. Ello implica, relacionar e interconectar hechos, juicios, visiones, valores, intereses, epistemologías, escalas de tiempo, escalas geográficas y visiones del mundo no exentas de conflictos. Es necesaria una investigación que fortalezca la intersección entre ciencia y política, donde las incertidumbres y la carga valorativa se incorporen.

Cuarto, un enfoque de sistemas también nos ayuda a darnos cuenta de que hay vastas áreas que pueden ser relevantes para el problema de interés donde no se sabe nada o donde el conocimiento disponible es incierto. Tal apreciación orienta la integración de la investigación a dar más énfasis a una comprensión sofisticada de la ignorancia e incertidumbre y formas más refinadas de abordarlos.

Finalmente, toda la integración de la investigación implica la colaboración en algún nivel, de modo que comprender las colaboraciones es el quinto concepto central. El elemento crítico de la colaboración es reconocer las diferencias entre los socios de investigación. La investigación transdisciplinaria permite la interacción creativa a través de la integración de la diversidad, interacción entre las ciencias naturales y sociales, entre disciplinas y de diferentes conocimientos, para una comprensión más completa del problema; permite identificar posibles formas de abordaje y utilizar el conocimiento para una resolución de un problema del mundo real. Por eso el núcleo básico de la transdisciplina es la integración del conocimiento disciplinario y práctico en el proceso de la investigación.

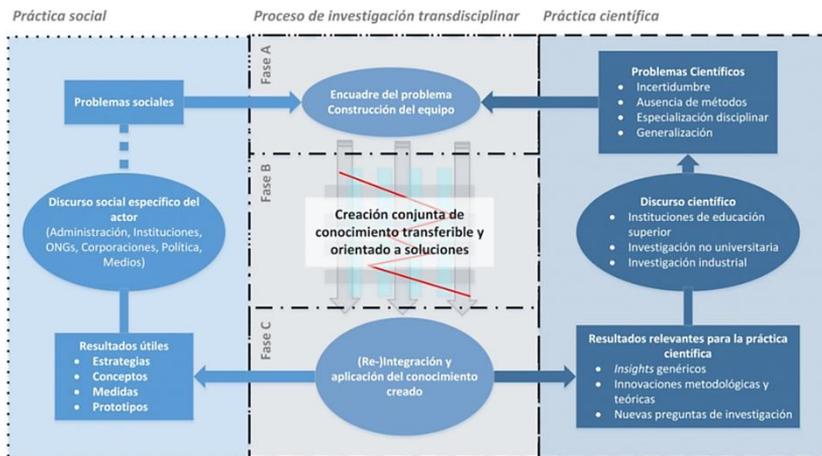
⁵ Para algunos académicos se pueden encontrar dos escuelas. Por un lado, la escuela nicoleusiana, basada en tradiciones filosóficas de Edmund Husserl, Martin Heidegger y Ernst Cassirer, con el aporte de una nueva forma de organizar el conocimiento fomentando el diálogo de saberes y su complejidad, alejándose del paradigma positivista. Otras propuestas metodológicas transdisciplinarias se encuentran en las obras de Paulo Freire y Edgar Morin (<<https://edgarmorinmultiversidad.org/index.php/que-es-transdisciplinaria.html>>) y la propuesta de la Escuela de Zurich, que se centra en los aspectos metodológicos. Sin embargo, ambas son complementarias.

Uno de los grandes desafíos es avanzar hacia una integración creativa de conocimiento para abordar problemas socio-ambientales complejos, con un visión de intervención sistémica, que no solo está determinada por el conocimiento científico, sino también por actores externos de carácter social o político. Por lo tanto, es necesario ampliar el número y el tipo de actores, tanto individuales como colectivos, legitimados para intervenir tanto en la definición de los problemas como en la selección e implementación del conocimiento. Esta extensión no solo cumple con los requisitos de toma de decisiones democráticas; también mejora la calidad de las decisiones.

El proceso de investigación transdisciplinar

Uno de los modelos conceptuales de investigación transdisciplinar más usado ha sido desarrollado por Lang *et al.* (2012), que diferencia tres fases de un proceso de investigación transdisciplinar como modelo ideal-típico (cuadro 1).

Cuadro 1: Modelo ideal-típico de investigación transdisciplinar



Fuente: Lang *et al.*: 2012, p. 28.

En la fase A, los investigadores y los actores clave enmarcan el problema de manera colaborativa, forman un equipo de investigación colaborativo y definen los objetivos. La identificación y definición del problema va más allá de la simple búsqueda de generación de conocimiento o de excelencia científica; se busca un balance entre la normatividad científica y los criterios políticos y socioeconómicos (Arinyo i Prats, 2020; Bocanegra-Barbecho, 2020; La Roca, 2020).

La generación de un equipo implica alcanzar una adecuada representación de las partes interesadas/involucradas en el problema de estudio, que incluya tanto perfiles académicos (personal científico experto en las diferentes disciplinas) como no académicos (profesionales y usuarios finales) (Bocanegra-Barbecho, 2020; La Roca, 2020). El grupo debería gestionarse mediante el reparto de responsabilidades, la creación de una arena común y el desarrollo de un lenguaje compartido en un proceso en continua evolución, superando en la medida de lo posible formaciones preestablecidas (Prignano y Lozano, 2020; Romanowska, 2020). La integración de los sectores académicos y no académicos, si bien pone el foco en problemas reales, no está exenta de potenciales conflictos (Bruce *et al.*, 2004) o de la exclusión de alguna de las partes relevantes (Bocanegra-Barbecho, 2020; Galech, 2020; La Roca, 2020).

En esta primera fase, es necesaria también una definición conjunta de los objetivos, los límites, las preguntas de investigación específicas, y los criterios de medición de resultados (por ejemplo, conveniencia y viabilidad); así como de la evaluación de los posibles escenarios futuros, riesgos y contingencias. Deben desarrollarse de acuerdo con ciertos criterios y estándares de calidad a la hora de adoptar y aplicar un marco metodológico (Coto-Sarmiento, 2020; Galech, 2020; Romanowska, 2020). Pero dichos estándares y criterios no son tan claros ni están tan desarrollados como los que se aplican en áreas científicas tradicionales, lo que puede llevar a conflictos tanto entre las diferentes disciplinas involucradas, como entre las partes — académica y no académica— a la hora de juzgar la calidad científica, la efectividad práctica y la legitimidad de una determinada metodología. Con el fin de superar estas limitaciones y de desarrollar estrategias innovadoras, es primordial encontrar, de manera consensuada, el marco metodológico más adecuado para responder a las preguntas específicas que guían la investigación; dicha metodología, a su vez, habrá de ser lo suficientemente flexible y aglutinadora para que mantenga y fomente la cooperación entre las diferentes partes involucradas durante la totalidad del proyecto.

En la fase B, la investigación busca producir nuevos conocimientos orientados a soluciones a través de la investigación colaborativa. Ello incluye, en primer lugar, la asignación de roles y responsabilidades apropiadas de los integrantes del proyecto, que aseguren el balance entre teoría y práctica. En este sentido, la coordinación debe hacer frente a la alta complejidad y diversidad propias de estos proyectos, asegurando la integración del conocimiento de todas las partes implicadas. Un gran desafío es hacerse cargo de las necesidades de intercambio, puesta en práctica y ajustes teórico y metodológicos, y resolver posibles conflictos. Para ello, es importante usar criterios y herramientas que apoyen el trabajo en equipo y la colaboración entre las partes implicadas para fortalecer el aprendizaje mutuo, monitorizar la calidad del trabajo y alcanzar la integración de diferentes tipos de conocimientos.

Finalmente, en la fase C, de reintegración y aplicación del conocimiento generado, se considera relevante, en primer lugar, revisar y realizar posibles correcciones desde la perspectiva científica y desde la perspectiva socioeconómica, para asegurar la calidad e impacto científico y la aplicabilidad práctica. En segundo lugar, estos conocimientos generados se deben presentar y traducir en productos, es decir, resultados que contribuyan, tanto al progreso y a la innovación científica, como a la solución y la transformación de problemas concretos (publicaciones, patentes, informes, planes de acción, etc.) (Galech, 2020). En esa fase, un desafío importante es establecer los criterios para definir un *resultado válido*. Para ello resulta útil la generación continua de borradores y prototipos durante el desarrollo del proyecto, ya que puede servir para identificar, de forma ágil, aspectos imprevistos e inesperados que puedan dificultar el desarrollo del proyecto, así como para corregir posibles errores. En tercer lugar, cabe destacar la importancia de definir la evaluación del impacto científico y social, es decir, tanto por parte de los miembros del proyecto como por revisores externos, con el fin de demostrar su impacto, tanto científico como social, y de documentar/resumir el conocimiento obtenido o las lecciones aprendidas —que puedan ser útiles para la puesta en marcha de futuros proyectos TDR.

Otro de los grandes desafíos de esta fase es la resolución de conflictos durante el desarrollo del proyecto por el trabajo colaborativo que implica la investigación TDR, supone la existencia de diferentes roles, visiones y posiciones teóricas y metodológicas en continuo cambio. Con el fin de prevenir conflictos es posible instrumentar foros de discusión, reuniones de negociación y mediación para construir puentes entre las diferentes disciplinas y los actores involucrados, y para percibir el proyecto como un proceso de aprendizaje continuo. Asimismo, un problema importante es el mantenimiento del interés de las diferentes partes implicadas a lo largo del desarrollo del proyecto (preservar y fomentar la participación de las partes implicadas). Aunque el modelo podría indicar un proceso bastante lineal, las fases individuales y la secuencia general a menudo tienen que realizarse en un ciclo iterativo o recursivo, lo que también destaca la necesidad de reflexionar sobre la transdisciplinariedad (ver, por ejemplo: Spangenberg, 2011).

NUEVAS CAPACIDADES EN LAS UNIVERSIDADES

Como afirman Martínez Álvarez, Hernández, Mora (2009) y Bentancourt (2013), el modelo tradicional puede llevar a la interacción de especialistas en un trabajo multidisciplinario, donde hay un nivel primario de coexistencia espontánea de las disciplinas como proceso incipiente de integración del saber y de las acciones. Tal enfoque se caracteriza por exhibir escasa cooperación y coordinación, con nexos inmediatos, superficiales y transitorios, sin epistemología ni lenguaje común, generalmente impuestas *desde arriba*; también presenta limitaciones en la comunicación y en las actividades de colaboración del trabajo en equipo, y sus medidas y acciones no tienen mucho impacto en la solución de problemas complejos.

Abordar problemas complejos, urgentes e inciertos que enfrenta la humanidad implica por el contrario, una nueva ontología, epistemología y metodología de intervención social/pública basada en pensamiento de sistema crítico y de diseño, de innovación en el diseño y experimentalismo, que permite tratar problemas complejos con una perspectiva sistémica y anticipatoria para generar transformaciones sociales (Dewey, 1927; Schön, 1994; Ansell y Geyer, 2016).

Esto requiere que las universidades desarrollen espacios innovadores de investigación-acción para abordar los problemas que enfrentan las sociedades actuales. No implica que el conocimiento disciplinar no es importante, importa y debe ser fortalecido. Sin embargo, es necesario generar nuevas iniciativas y proyectos basados en una visión sistémica, un sistema de actores e intereses que den 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).

Estos espacios de transformación en las universidades deben buscar desarrollar actores reflexivos a través de un proceso de aprendizaje creativo, que puedan explorar la colaboración transdisciplinaria para abordar problemas socioecológicos complejos y transformar ideas nuevas en acciones prácticas, basadas en la deliberación, la experimentación y la especificidad del contexto, y en las que los actores cuestionan y replantean conjuntamente sus valores (Dewey, 1927; Schön, 1994). En este contexto, estos espacios juegan un nuevo rol fundamental en la agenda de sostenibilidad, con investigación-acción para la transformación y con un paradigma de compromiso social. Estimulan el balance del pensamiento dual (Scheffer *et al.*, 2015) y asocian los procesos analíticos de razonamiento con el pensamiento intuitivo y experimental para abordar la dinámica total del sistema (tabla 1). Como señalan Scheffer *et al.* (2015, p. 3): "Recordando la definición de creatividad como la generación de nuevas ideas útiles, los mejores resultados se obtienen mediante un tango íntimo entre los dos sistemas" (creatividad y razonamiento).

Se plantea, entonces, la necesidad de ver como articular de forma crítica 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 (apoyar la resolución de problemas de la sociedad). Hoy existen dos tipos de lógica de investigación a la hora de informar a los tomadores de decisión. Uno se denomina *lógica de investigación cuantitativa*, empirista, positivista, conductista, racional o tecnocrático; y el otro tipo constructivista, interpretativa, deliberativa, pospositivista, giro argumentativo en el análisis y la planificación de políticas (Fischer, 2003). El gran desafío es como avanzamos hacia una síntesis, una *consilience*, que incluya los distintos tipos de conocimiento para abordar problemas complejos. Con este fin es necesario desarrollar nuevos espacios de transformación en la universidad, espacios que ayuden a desarrollar la dimensión creativa, exploratoria y motivadora, incorporar las emociones 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, 2009; Curtis, Reid, y Ballard, 2012; Wiek e Iwaniec, 2014; Scheffer *et al.*, 2015).

De hecho, es importante remarcar que el enfoque propuesto asume que la creación de conocimiento no es de valor neutral y es necesario hacer explícito los valores para manejar los conflictos e intereses en juego. 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. Estos espacios de transformación buscan fomentar la *consiliencia* (Snow, 1978) entre el conocimiento, los valores y las perspectivas en el diálogo con las partes interesadas, vinculan diversas fuentes de conocimiento científico con experiencias personales, emociones y juicios éticos, lo que permite la traducción de la complejidad a través de la reflexión social, la deliberación y la comprensión pública. El compromiso racional y el compromiso emocional que lleva a la acción ayuda a la construcción de identidades socio-ecológicas y a la conciencia ecológica (Heras y Tabara, 2014).

Tabla 1: La *consiliencia*

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

Fuente: Elaboración propia con base en Bason (2010).

Fortalecer el pensamiento creativo ayuda a incorporar la perspectiva de múltiples partes con intereses, valores, identidades subjetivas, cultura, y relaciones de poder, que son necesarios para imaginar nuevas alternativas para cambiar sistemas, estructuras y comportamientos. El desarrollo de espacios de transformación busca promover una cultura reflexiva que experimente con un conjunto de estrategias para fomentar la integración de diferentes conocimientos para desarrollar capacidades para la transformación. Los problemas complejos están caracterizados por la incertidumbre, la inestabilidad, la singularidad y el conflicto de valores y, por lo tanto, no se ajustan al modelo predominante de racionalidad técnico-instrumental. En tales condiciones, la transdisciplinariedad puede valerse de una concepción pragmática de la reflexividad, que se define como "procesos abiertos de investigación orientados hacia una ampliación de la comunidad de práctica a través de la innovación y la experimentación social" (Popa, Guillermin, y Dedeurwaerdere: 2015, p. 48).

Con tal fin, la construcción de nuevos espacios en las universidades implica generar nuevas capacidades y desarrollar nuevas competencias en las personas para abordar problemas complejos, reconociendo con humildad nuestra ignorancia como el primer paso (Bammer *et al.*, 2020). El primer desafío es generar la capacidad de anticipación para gestionar la incertidumbre, para movilizar a las personas y transformar las visiones construidas colectivamente en acción (Miller, 2014). La distinción entre incertidumbre epistémica y ontológica es relevante, ya que se requerirán diferentes métodos para tratar los variados tipos de incertidumbre (Brugnach *et al.*, 2008). La incertidumbre epistémica se deriva del conocimiento imperfecto de un sistema, mientras que la incertidumbre ontológica se relaciona con la variación inherente y la imprevisibilidad en el propio sistema, así como lo imprevisible de los comportamientos e intereses de los 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 interesadas involucradas en el proceso de políticas, cada una con sus

propios sistemas de creencias, opiniones, preferencias e intereses y, por lo tanto, sus propias interpretaciones, lleva a no contar con un entendimiento único y completo para ser administrado (Drieschova y Fischhendler, 2012).

Para sortear estas dificultades, los enfoques metodológicos de prospectiva que ayudan a fortalecer la capacidad anticipatoria pueden contribuir al diálogo reflexivo desde una perspectiva intelectual y emocional, incluyendo el descubrimiento de los diferentes marcos interpretativos (*framings*), cosmovisiones subyacentes a nuestro sistema de valores que determinan la acción y que se diferencian de los enfoques predictivos (Kajil, 2011). 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). Desarrollar pensamiento anticipatorio requiere imaginación social, comprensión crítica, diálogo reflexivo desde una perspectiva tanto intelectual como emocional, el descubrimiento de suposiciones subyacentes a nuestro sistema de valores y acción colaborativa (Wiek e Iwaniec, 2014). Esto permitirá tener en cuenta los valores, gestionar las diferencias, abordar posibles conflictos y legitimar decisiones futuras.

El segundo desafío está en fortalecer la capacidad de síntesis de conocimiento de manera transdisciplinar. Estas prácticas implican una interacción continua entre actores de diferentes subsistemas sociales (investigación, política, sociedad civil, sector privado), para vincular diversas perspectivas, 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 tomar mejores decisiones (Bason, 2010; Ostrom, 1990). 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 (Bammer, 2007) no exentas de conflictos.

El tercer desafío es generar la capacidad de experimentación generativa mediante el desarrollo de programas, proyectos, y espacios tangibles en el contexto actual, que permitan el cambio. La experimentación requiere el desarrollo y el uso de una variedad de herramientas que van más allá de los ensayos controlados aleatorios (Ansell y Bartenberger, 2016), y adoptan enfoques participativos y holísticos. Un experimento generativo aborda un problema particular enraizado en la experiencia y en la situación de las personas que realizan el experimento (experiencial y orientado a problemas). No hay certeza *a priori* sobre soluciones singulares y correctas al problema, esto se aprende tratando de abordarlo (aprender haciendo). Las *soluciones* se mejoran continuamente a medida que se implementan (iterativas), mientras se construye la capacidad de implementación transformadora (transformadora) (Ansell y Bartenberger, 2016).

El cuarto desafío clave es innovar en la forma de evaluar y monitorear los procesos, adoptar un nuevo paradigma orientado al aprendizaje, la innovación y la adaptación en sistemas dinámicos y complejos. En los procesos que involucran a varios actores e interacciones, no está claro cómo —o si— una intervención conducirá a un resultado específico. La imprevisibilidad inherente del cambio requiere una gestión integradora y adaptativa, un proceso de sondeo y aprendizaje, y una reflexión recurrente sobre los patrones emergentes (Patton, 2011). Patton define específicamente la *evaluación del desarrollo* como aquella que informa y apoya el desarrollo innovador y adaptativo en entornos dinámicos complejos. Este enfoque busca orientar la acción colaborativa de iniciativas innovadoras que enfrentan una gran incertidumbre y que se caracterizan por su carácter experimental, de cocreación y aprendizaje social (Arkesteyn, van Mierlo, y Leeuwis, 2015).

La evaluación de desarrollo es un nuevo paradigma de evaluación orientado al aprendizaje, la innovación y la adaptación en sistemas dinámicos y complejos, tiene como propósito incorporar enfoques reflexivos en la evaluación de procesos donde existen diversos actores involucrados y que como resultado de esas interacciones múltiples, no está claro cómo —o si— la intervención conducirá a un resultado específico. Al

reconocer la imprevisibilidad inherente de cualquier camino de cambio tomado, se supone que se requiere de una gestión integrada y adaptativa, de sondeo y aprendizaje, y de una reflexión recurrente sobre los patrones emergentes (Patton, 2011; Snowden y Boone, 2007). Aquí, la unidad de análisis del cambio, y por tanto de la evaluación, ya no es el proyecto o programa —como en los modelos convencionales— sino el sistema. Debido a que las transiciones se desarrollan a lo largo de horizontes de tiempo prolongados y sus elementos están en constante cambio, se requiere una actitud de aprendizaje iterativa, adaptativa y continua como una forma de observar y evaluar el cambio cualitativamente, y así corregir continuamente el rumbo basado en los valores, motivaciones y visiones futuras preferidas o vías de transición de cada grupo.

Las técnicas tradicionales de evaluación no sirven para el cambio sistémico y para hacer frente a lo inesperado e impredecible. Estas se basan en modelos probados a través de la evidencia y las buenas prácticas, que se supone pueden ser escalables. La evaluación de desarrollo no ofrece un modelo prescriptivo, sino principios de cambio que son adaptables a distintos contextos y que se identifican con el gerenciamiento adaptativo de abajo hacia arriba.

REFLEXIONES FINALES

Los problemas vinculados a la sostenibilidad que debemos afrontar como sociedad son complejos y requieren de abordajes transdisciplinarios. Estos problemas son construcciones sociales que incluyen el aporte proveniente de actores de los ámbitos científico-disciplinarios, pero también debieran considerar el aporte de otros saberes provenientes de actores del ámbito social, empresarial y de los decisores de políticas. La definición de los problemas, la priorización de los temas, y las rutas de abordaje para darles solución, no son terrenos neutros, por el contrario son construcciones de actores que tienen valores, intereses y éticas que requieren explicitarse y procesarse en dinámicas conflictivas y negociadas que permitan construir espacios que habiliten la experimentación de alternativas. Estas experiencias alternativas buscan desarrollar soluciones creativas que modifiquen el estado de situación actual de los problemas que alimentan el proceso transdisciplinar. No hay recetas y la visión lineal, positivista y determinista no parece adaptarse a estos tiempos de incertidumbre, complejidad y ambigüedad.

La capacidad de pensar sistémicamente es clave ya que permite comprender la interconexión, la complejidad y la integridad de los componentes de sistemas en relación específica entre sí, y conectar problemas, eventos y hechos de una manera holística, ver emergentes, patrones y apreciar el impacto de las decisiones que se toman a través de un amplio espectro. Pero, lo que es más importante, la perspectiva de un sistema ayuda a comprender que los modelos mentales son los motores fundamentales de la actividad en cualquier sistema. El sistema está definido por las partes interesadas que están incluidas en el proceso, con sus principios y valores, a través de los que se evalúan los límites y el alcance de las propias intervenciones.

Para ello se requiere generar espacios de formación e investigación en las universidades basados en nuevas lógicas de enseñanza, aprendizaje e investigación. Desarrollando nuevas capacidades como anticipación, síntesis de conocimientos, experimentación y evaluación reflexiva de estos procesos. Igualmente, es necesario establecer espacios de interacción y formación con actores no pertenecientes a la academia, con los que hay que generar espacios de confianza y dinámicas creativas que favorezcan la interacción y la cocreación. Se requiere volver a integrar aquello que la modernidad ha bifurcado: ciencia y política, conocimiento y ética, intuición y razonamiento, naturaleza y ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

ANSELL, C. K., BARTENBERGER, M. (2016). "Varieties of experimentalism". *Ecological Economics*. Vol. 130, issue C, pp. 64-73.

ANSELL, C., GEYER, R. (2016). "Pragmatic complexity' a new foundation for moving beyond 'evidence-based policy making?'" *Policy Studies*, Vol. 38, n.º 2, pp. 149-167. <https://doi.org/10.1080/01442872.2016.1219033>

ARGYRIS, C., SCHÖN, D. (1996). "Organizational learning: A theory of action perspective". *Reis: Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, n.º 77/78, Monográfico sobre la Formación y las Organizaciones, enero-junio, Centro de Investigaciones Sociológicas, España, pp. 345-348. <https://doi.org/10.2307/40183951>

ARINYO I PRATS, A. (2020). "Cultural Loss Under Bottlenecks – DEMographic, Climatic and Environmental Socks (CLUB-DECES)", en: *Terra incógnita. Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología*. PressBooks, Burgos, pp. 81-90.

ARKESTEIJN, M., VAN MIERLO, Y C. LEEUWIS. (2015). "The need for reflexive evaluation approaches in development cooperation". *Evaluation*. Vol. 21, n.º 1, Rotterdam, Holanda, pp. 99-115. <http://dx.doi.org/10.1177/1356389014564719>

BAMMER, G. (2007). *Disciplining interdisciplinarity: Integration and implementation sciences for researching complex real-world problems*. Canberra: ANU Press.

BAMMER, G. (2017). "Should we discipline interdisciplinarity?" *Palgrave Communications*. Vol. 3, n.º 1, Londres, Reino Unido, pp. 1-4. <https://www.fwf.ac.at/fileadmin/files/Dokumente/Antragstellung/Zukunftskollegs/s41599-017-0039-7.pdf>

BAMMER, G., O'ROURKE, M., O'CONNELL, D., NEUHAUSER, L., MIDGLEY, G., KLEIN, J.T., GRIGG, N.J., GADLIN, H., ELSUM, I.R., BURSZTYN, M., FULTON, E.A., POHL, C., SMITHSON, M., VILSMAIER, U., BERGMANN, M., JAEGER, J., MERKX, F., VIENNI BAPTISTA, B., BURGMAN, M.A., WALKER, D.H., YOUNG, J., BRADBURY, H., CRAWFORD, L., HARYANTO, B., PACHANEE, C. AIM, POLK, M., RICHARDSON, G.P. (2020). "Expertise in research integration and implementation for tackling complex problems: when is it needed, where can it be found and how can it be strengthened?" *Palgrave Communications*. Vol. 6, n.º 5, enero, Londres, Reino Unido, pp. 1-16.

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

BERKES, F., Y D. JOLLY. (2001). "Adapting to climate change: social- ecological resilience in a Canadian western Arctic community". *Conservation Ecology*. Vol. 5, n.º 2, art. 18. <http://dx.doi.org/10.5751/es-00342-050218>

BERKES, F., COLDING, J., FOLKE, C. (2000). "Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management". *Ecological Applications*. Vol. 10, n.º 5, octubre, 1251-1262. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)

BERKES, F., COLDING, J., FOLKE, C. (2003). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press, Cambridge.

BETANCOURT J. A. (2013). Modelo transdisciplinario para la investigación en salud pública. *Rev. Panam Salud Pública*. Vol. 34, n.º 5, pp. 359-63.

BOCANEGRA-BARBECHO, L. (2020). "Ciencia ciudadana y memoria histórica: nuevas perspectivas historiográficas desde las Humanidades Digitales y la Historia Pública Digital", en: *Terra incógnita. Libro blanco*

sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología. PressBooks, Burgos, pp. 59-72.

BRUCE, A., LYALL C., TAIT J., WILLIAMS R. (2004). "Interdisciplinary integration in Europe: the case of the Fifth Framework programme". *Futures*. Vol. 36, n.º 4, mayo, pp. 457-470. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.003>

BRUGNACH, M., DEWULF, A. PAHL-WOSTL, C., TAILLIEU, T. (2008). Toward a relational concept of uncertainty: about knowing too little, knowing too differently, and accepting not to know. *Ecology and Societ*. Vol. 13, n.º 2, art. 30. <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art30/>

CLARK W. C. (2007). Sustainability science: a room of its own. *PNAS*. Vol. 104, n.º 6, febrero, Estados Unidos, pp. 1737-1738. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611291104>

CLARK W. C, DICKSON N. M. (2003). Sustainability science: the emerging research program. *PNAS*. Vol. 100, n.º 14, Estados Unidos, pp. 8059-8061. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231333100>

COTO-SARMIENTO, M. (2020). "Sit tibi data levis: el rol de los métodos cuantitativos en arqueología", en: *Terra Incógnita*. Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología. PressBooks. Burgos, pp. 73-80.

CURTIS, D. J. (2009). "Creating inspiration: the role of the arts in creating empathy for ecological restoration". *Ecological Management & Restoration*. Vol. 10, n.º 3, diciembre, pp. 174-184. <https://doi.org/10.1111/j.1442-8903.2009.00487.x>

CURTIS, D. J., N. REID, Y G. BALLARD. (2012). Communicating ecology through art : what scientists think. *Ecology and Society*. Vol. 17, n.º 2, art. 3. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1442-8903.2009.00487.x>

DEWEY, J. (1927). *The Public and Its Problems*. New York: Holt.

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.

FANG, X., ZHOU, B., TU, X., MA, Q., WU, J. (2018). "What kind of a science is sustainability science? An evidence-based reexamination". *Sustainability*, Vol. 10, n.º 5, mayo, 1478. <https://doi.org/10.3390/su10051478>

FAZEY, I., MOUG, P., ALLEN, S., BECKMANN, K., BLACKWOOD, D., BONAVENTURA, M., BURNETT, K., DANSON, M., FALCONER, R., GAGNON, A.S., HARKNESS, R., HODGSON, A., HOLM, L., IRVINE, K.N., LOW, R., LYON, C., MOSS, A., MORAN, C., NAYLOR, L., O'BRIEN, K., RUSSELL, S., SKERRATT, S., RAO-WILLIAMS, J., WOLSTENHOLME, R. (2018). "Transformation in a changing climate: a research agenda". *Climate and Development*. Vol. 10, n.º 3, abril, pp. 197-217. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1301864>

FEOLA, G. (2015). "Societal transformation in response to global environmental change: a review of emerging concepts". *Ambio*. Vol. 44, n.º 5, septiembre, pp. 376-390. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0582-z>

FISCHER, J., GARDNER, T. A., BENNETT, E. M., BALVANERA, P., BIGGS, R., CARPENTER, S., DAW, T., FOLKE, C., HILL, R., HUGHES, T. P. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a social-ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Vol. 14, junio, pp. 144-149. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.06.002>

FOLKE, C. (2016). "Resilience (republished)". *Ecology and Society*. Vol. 2, n.º 4, diciembre. <https://www.jstor.org/stable/26269991>

- FRITZ, L., SCHILLING, T., BINDER, C. R. (2019). "Participation-Effect Pathways in Transdisciplinary Sustainability Research: An Empirical Analysis of Researchers' and Practitioners' Perceptions Using a Systems Approach". *Environmental Science & Policy*. Vol. 102, octubre, pp. 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.010>
- GALECH, J. (2020). "Los extremos se tocan. La transdisciplinariedad entre las ciencias y las artes", en: *Terra Incógnita*. Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología. PressBooks, Burgos, pp. 95-100.
- GEELS, F. W., KEMP, R. (2006). "Transitions, transformations, and reproduction: dynamics in socio-technical systems", en: *Flexibility and stability in the innovating economy*. Oxford Scholarship Online Monographs, Oxford, Reino Unido, pp. 227-257.
- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., TROW, M. (1997). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Ediciones Pomares-Corredor, Barcelona.
- GUNDERSON, L. H., HOLLING. C. S. (ed.) (2002). *Panarchy*. Washington: Island Press.
- HERAS, M., TÁBARA, J. D. (2014). "Let's play transformations! Performative methods for sustainability". *Sustainability Science*. Vol. 9, n.º 3, pp. 379-398. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-014-0245-9>
- HIRSCH, G. H., POHL, C., BAMMER, G. (2010). "Solving problems through transdisciplinary research", en: *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford: Oxford University Press, pp. 431-452.
- HOFFMANN, S., POHL, C., HERING, J. G. (2017). "Methods and procedures of transdisciplinary knowledge integration". *Ecology and Society*. Vol. 22, n.º 1, marzo. <https://www.jstor.org/stable/26270124>
- HABERMAS, J. (1984). *The theory of communicative action. Volume 1: Reason and the rationalization of society* Boston: Beacon Press.
- INWOOD, H. J. (2008). "At a crossroads: situating place-based art education". *Canadian Journal of Environmental Education*. Vol. 13, n.º 1, pp. 29-41. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ842767.pdf>
- JAHN, T., BERGMANN, M., KEIL F. (2012). "Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization". *Ecological Economics*. Vol. 79, julio, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>
- JERNECK, A., OLSSON, L., NESS, B., ANDERBERG, S., BAIER, M., CLARK, E., HICKLER, T., HORNBERG, A., KRONSELL, A., LÖVBRAND, E., PERSSON, J. (2011). "Structuring sustainability science". *Sustainability Science*. Vol. 6, pp. 69-82. <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0117-x>
- KAGAN, S. (2008). *Sustainability: a new frontier for the arts and cultures*. Was Verlag Für Akademisch, Frankfurt, Germany.
- KAJIKAWA, Y., OHNO, J., TAKEDA, Y., MATSUSHIMA, K., KOMIYAMA, H. (2007). "Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network". *Sustainability Science*. Vol. 2, julio, pp. 221-231. <https://doi.org/10.1007/s11625-007-0027-8>
- KAJIKAWA, Y. (2008). "Research core and framework of sustainability science". *Sustainability Science*. Vol. 3, pp. 215-239.
- KATES, R. W., CLARK, W. C., CORELL, R. HALL, J. M., JAEGER, C. C., LOWE, I., MCCARTHY, J. J., SCHELLNHUBER, H. J., BOLIN, B., DICKSON, N. M., FAUCHEUX, S., GALLOPIN, G. C., GRÜBLER, A., HUNTLEY, B., JÄGER, J., JODHA, N. S., KASPERSON, R. E., MABOGUNJE, A., MATSON, P., MOONEY, H.,

- MOORE III, B., O'RIORDAN, T., SVEDIN, U. (2001). "Sustainability Science". *Science*. Vol. 292, n.º 5517, pp. 641-642. DOI: 10.1126/science.1059386
- KLEIN, J. T., GROSSENBACHER-MANSUY, W., HÄBERLI, R., BILL, A., SCHOLZ, R. W., WELTI, M. (2001). *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society. An effective way for managing complexity*. Basel, Birkhauser.
- KROHN, W. (2008). "Learning from case studies", en: *Handbook of Transdisciplinary Research*. Springer, Dordrecht, pp. 369-384.
- LA ROCA, F. (2020). "El mundo más allá de la organización institucional del conocimiento. La experiencia transdisciplinar de la Fundación Nueva Cultura del Agua", en: *Terra Incógnita. Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología*. PressBooks, Burgos, pp. 111-120.
- LANG, D. J., WIEK, A., BERGMANN, M., STAUFFACHER, M., MARTENS, P., MOLL, P., SWILLING, M., THOMAS, C. J. (2012). "Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges". *Sustainability Science*. Vol. 7, pp. 25-43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- LATOUR, B. (1990). "Technology is Society Made Durable". *The Sociological Review*. Vol. 38 (1_suppl), pp. 103-131. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1990.tb03350.x>
- LATOUR, B. (2005). *Reassembling the social : an introduction to actor-network-theory*. Oxford; Oxford University Press.
- LIU, J., MOONEY, H., HULL, V., DAVIS, S. J., GASKELL, J., HERTEL, T., LUBCHENCO, J., SETO, K. C., GLEICK, P., KREMEN, C., LI, S. (2015). "Systems integration for global sustainability". *Science*, Vol. 347, n.º 6225, 1258832. <https://doi.org/10.1126/science.1258832>
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F., HERNÁNDEZ, E. O., MORA, A. G. (2009). "Hacia una epistemología de la transdisciplinariedad". *Revista Humanidades Médicas*. Vol. 7, n.º 2., mayo-agosto. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202007000200008
- MAX-NEEF, M. A. (2005). "Foundations of transdisciplinarity". *Ecological Economics*. Vol. 53, n.º 1, pp. 5-16.
- MCGREGOR, S. (2015). "The Nicolescuian and Zurich Approaches to Transdisciplinarity". *Integral Leadership Review*. Abril-junio. <http://integralleadershipreview.com/13135-616-the-nicolescuian-and-zurich-approaches-to-transdisciplinarity/#>
- MIDGLEY, G. (2000). "Systemic Intervention", en: *Systemic Intervention: Philosophy, Methodology, and Practice*. Boston, MA: Springer US, pp. 113-133.
- MILLER, T. R., WIEK, A., ROBINSON, J. B. (2014). The future of sustainability science: A solutions-oriented research agenda. *Sustainability Science*. Vol. 9, n.º 2, pp. 239-246. <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs11625-013-0224-6>
- O'BRIEN, K. (2018). "Is the 1.5°C target possible? Exploring the three spheres of transformation". *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Vol. 31, abril, pp. 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.04.010>
- OECD-IIASA (2019). *Systemic thinking for policy making – the potential of systems analysis for addressing global policy challenges in the 21st century*. OECD-IIASA.
- OLSSON, P., GALAZ, V., BOONSTRA, W.J. (2014). Sustainability transformations: A resilience perspective. *Ecology and Society*. Vol. 19, n.º 4, diciembre. <https://www.jstor.org/stable/26269651>

- ÖSTERBLOM, H., SCHEFFER, M., WESTLEY, F. R., VAN ESSO, M. L., MILLER, J., BASCOMPTE, J. (2015). A message from magic to science: Seeing how the brain can be tricked may strengthen our thinking. *Ecology and Society*. Vol. 20, n.º 4, pp. 2-5.
- OSTROM, E., JANSSEN, M. A., ANDERIES, J. M. (2007). Going beyond panaceas. *PNAS*. Vol. 104, n.º 39, pp. 15176-15178; <https://doi.org/10.1073/pnas.0701886104>
- OSTROM, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- PATTERSON, J., SCHULZ, K., VERVOORT, J., VAN DER HEL, S., WIDERBERG, O., ADLER, C., HURLBERT, M., ANDERTON, K., SETHI, M., BARAU, A. (2017). Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. Vol. 24, septiembre, pp. 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2016.09.001>
- PATTON, M. Q. (2011). *Essentials of utilization-focused evaluation*. Estados Unidos: Sage Publications.
- PETERS, G. (2018). *Policy Problems and Policy Design*. Reino Unido/Estados Unidos: Edward Elgar Publishing Limited.
- POHL, C., HADORN, G. H. (2008). "Core terms in transdisciplinary research", en: *Handbook of Transdisciplinary Research*. Suiza: Springer Link, pp. 427-432.
- POLK, M. (2014). Achieving the promise of transdisciplinarity: a critical exploration of the relationship between transdisciplinary research and societal problem solving. *Sustainability Science*. Vol. 9, n.º 4, pp. 439-451. <https://www.researchgate.net/def/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs11625-014-0247-7>
- POPA, F., GUILLERMIN, M., DEDEURWAERDERE, T. (2015). A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: from complex systems theory to reflexive science. *Futures*. Vol. 65, enero, pp. 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.02.002>
- PRIGNANO, L., LOZANO, S. (2020). "Interacciones que dejan huella. Hacia una ciencia de redes de los objetos que quedaron", en: *Terra Incógnita. Libro blanco sobre transdiscipliniedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología*. PressBooks, Burgos, pp. 101-110.
- RIGOLOT, C. (2020). "Transdisciplinarity as a discipline and a way of being: complementarities and creative tensions". *Humanities and Social Sciences Communications*. Vol. 7, art. 100. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00598-5>
- RITTEL, W., WEBBER, M. (1973). "Dilemmas in a General Theory of Planning". *Policy Sciences*. Vol. 4, n.º 2, junio, pp. 155-169.
- ROCKSTRÖM, J., KLUM, M. (2012). *The human quest: prospering within planetary boundaries*. Bokforlaget Max Strom, Stockholm.
- ROMANOWSKA, I. (2020). "From multi- to interdisciplinarity: a view from archaeology", en: *Terra Incógnita. Libro blanco sobre transdiscipliniedad y nuevas formas de investigación en el sistema español de ciencia y tecnología*. PressBooks, Burgos, pp. 91-94.
- SCHEFFER, M., BASCOMPTE, J., BJORDAM, T. K., CARPENTER, S. R., CLARKE, L. B., FOLKE, C., MARQUET, P., MAZZEO, N., MEERHOFF, M., SALA, O., WESTLEY, F. R. (2015). "Dual thinking for scientists". *Ecology and Society*. Vol. 20, n.º 2, junio. <https://www.jstor.org/stable/26270211>

- SCHNEIDER, F., GIGER, M., HARARI, N., MOSER, S., OBERLACK, C., PROVIDOLI, I., SCHMID, L., TRIBALDOS, T., ZIMMERMANN, A. (2019). "Transdisciplinary co-production of knowledge and sustainability transformations: Three generic mechanisms of impact generation". *Environmental Science & Policy*. Vol. 102, diciembre, pp. 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.017>
- SELMAN, P., CARTER, C., LAWRENCE, A., MORGAN, C. (2010). "Reconnecting with a neglected river through imaginative engagement". *Ecology and Society*. Vol. 15, n.º 3, art. 18. <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art18/>
- SHRIVASTAVA, P., STAFFORD SMITH, M., O'BRIEN, K., ZSOLNAI, L. (2020). "Transforming Sustainability Science to Generate Positive Social and Environmental Change Globally". *One Earth*. Vol. 2, n.º 4, abril, pp. 329-340. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.04.010>
- SNOW, C. P. (1978). *The two cultures*. New York: Cambridge University Press.
- SNOWDEN, D. J., BOONE, M. E. (2007). "A leader's framework for decision making". *Harvard Business Review*. Vol. 85, n.º 11, noviembre. <https://hbr.org/2007/11/a-leaders-framework-for-decision-making>
- STOJANOVIC, T., MCNAE, H. M., TETT, P., POTTS, T. W., REIS, J., HANCE, D., DILLINGHAM, I. (2019). "The 'social' aspect of social-ecological systems: a critique of analytical frameworks and findings from a multisite study of coastal sustainability". *Ecology and Society*. Vol. 21, n.º 3, art. 15. <https://doi.org/10.5751/es-08633-210315>
- TILBURY, D., WORTMAN, D. (2004). *Engaging people in sustainability*. Cambridge: IUCN.
- WAYMAN, S. (2009). "Futures thinking, the ability to envision scenarios of a more desirable future", en: *The handbook of sustainable literacy. Skills for a changing world*. Green Books, Cambridge, Reino Unido, pp. 94-98.
- WESTBERG, L., 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*. Vol. 11, marzo, pp. 385-397. <https://doi.org/10.1007/s11625-016-0358-4>
- WESTLEY, F., OLSSON, P., FOLKE, C., HOMER-DIXON, T., VREDENBURG, H., LOORBACH, D., THOMPSON, J., NILSSON, M., LAMBIN, E., SENDZIMIR, J., BANARJEE, B., GALAZ, V., VAN DER LEEUW, S. (2011). Tipping toward sustainability: emerging pathways of transformation. *Ambio*. Vol. 40, art. 762, octubre, pp. 762-780. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-011-0186-9>
- WIEK, A., IWANIEC, D. (2014). Quality criteria for visions and visioning in sustainability science. *Sustainability Science*. Vol. 9, n.º 4, pp. 497-512. <https://doi.org/10.1007/s11625-013-0208-6>
- WITT, A. DE (2019). *Handbook of Engaged Sustainability*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71312-0>

BIODATA

Cristina ZURBRIGGEN: doctora en Ciencias Políticas, Universidad Eberhard-Karls, Tubinga, Alemania. Profesora de Historia y Licenciada en Sociología. Es profesora en el Instituto de Ciencia Política, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Uruguay. Es miembro del Consejo Asesor, Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad (SARAS). Recientemente ha desarrollado el Laboratorio para las Transiciones (<<http://saras-institute.org/es/laboratorio-para-las-transiciones-saras-t-lab/>>). Sus publicaciones recientes son: Experimentation in the Design of Public Policies: The Uruguayan Soils Conservation Plans (2020). Iberoamericana. Nordic Journal of Latin American and Caribbean Studies, 49(1), 52 - 62. Toward a heart and soul for co-creative research and practice: a systemic approach, Special Issue of Evidence & Policy, 15(3), 353-370. <https://doi.org/10.1332/174426419X15578220630571>.

Miguel SIERRA: doctor y máster en Tecnología, Ciencia e Ingeniería de Alimentos-Universidad Politécnica de Valencia-España. Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Actualmente es presidente del Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT) y gerente de Innovación y Comunicación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA). Sus publicaciones recientes son: Experimentation in the Design of Public Policies: The Uruguayan Soils Conservation Plans (2020). Iberoamericana. Nordic Journal of Latin American and Caribbean Studies, 49(1), 52 - 62. Innovación colaborativa: el caso del Sistema Nacional de Información Ganadera. Agrociencia (2017). 21, 140 – 152.

¡EVITE FRAUDES!

Este es un verificador de tablas de contenidos. Previene a la revista y a los(as) autores(as) ante fraudes. Al hacer clic sobre el sello TOC checker se abrirá en su navegador un archivo preservado con la tabla de contenidos de la edición: **AÑO 26, N.º 94, 2021**. TOC checker, para garantizar la fiabilidad de su registro, no permite a los editores realizar cambio a las tablas de contenidos luego de ser depositadas. Compruebe que su trabajo esté presente en el registro.

User: uto94
Pass: ut26pr942021

Clic logo

