

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**¿ES POSIBLE QUE UN PROYECTO COMPLEJO TENGA UN ENFOQUE  
TRANSDISCIPLINAR SIN QUE ESTE HAYA SIDO EXPLÍCITO EN SU DISEÑO?**

**FRANCISCO TOMÁS MAYOL SUÁREZ**

**Santiago, Chile**

**2017**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**¿ES POSIBLE QUE UN PROYECTO COMPLEJO TENGA UN ENFOQUE  
TRANSDISCIPLINAR SIN QUE ESTE HAYA SIDO EXPLÍCITO EN SU DISEÑO?**

**IS IT POSSIBLE FOR A COMPLEX PROBLEM TO HAVE A  
TRANSDISCIPLINARY APPROACH WITHOUT THIS BEING EXPLICIT IN ITS  
DESIGN?**

**FRANCISCO TOMÁS MAYOL SUÁREZ**

**Santiago, Chile**

**2017**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**¿ES POSIBLE QUE UN PROYECTO COMPLEJO TENGA UN ENFOQUE  
TRANSDISCIPLINAR SIN QUE ESTE HAYA SIDO EXPLÍCITO EN SU DISEÑO?**

Memoria para optar al título profesional de  
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

FRANCISCO TOMÁS MAYOL SUÁREZ

	Calificaciones
Profesores Guía	
Andrés de la Fuente D. Ingeniero Agrónomo	7,0
Rodrigo Fuster G. Ingeniero Agrónomo, Dr. M.S.	7,0
Profesores Evaluadores	
Luis González F. Ingeniero Agrónomo	7,0
M. Verónica Díaz M. Ingeniera Agrónoma, Mg.Sc.	6,8

**Santiago, Chile**

**2017**



## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a mi familia por su apoyo durante todo este largo proceso.

A todos mis amigos, que fueron parte muy importante de esta etapa.

A mis profesores guía, por su orientación y por la dedicación puesta en este trabajo.

Y también a ellos junto a los demás integrantes del Laboratorio de Análisis Territorial, por la confianza y los aprendizajes que involucraron los trabajos realizados; y por la comprensión y apoyo que mostraron en momentos particularmente difíciles durante su desarrollo.





## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>Objetivo general</b> .....	5
<b>Objetivos específicos</b> .....	5
<b>METODOLOGÍA</b> .....	6
<b>Elaboración del marco para el análisis de la presencia de la transdisciplina en casos de estudio</b> .....	6
<b>Transdisciplina en el caso de estudio</b> .....	8
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
<b>Marco para el análisis de la transdisciplina: resultados</b> .....	11
<b>Aspectos esenciales de la transdisciplina (AET)</b> .....	11
<b>AET 1: Orientación a problemas complejos y reales</b> .....	13
<b>AET 2: Integración de conocimientos</b> .....	13
<b>AET 3: Colaboración entre los involucrados</b> .....	14
<b>AET 4: Metodología adaptativa</b> .....	14
<b>Otros AET</b> .....	15
<b>Criterios para establecer la presencia de los AET</b> .....	16
<b>AET 1: Orientación a problemas complejos y reales</b> .....	16
<b>AET 2: Integración del conocimiento</b> .....	18
<b>AET 3: Colaboración de involucrados</b> .....	19
<b>AET 4: Metodología adaptativa</b> .....	19

<b>Dimensiones de análisis a considerar .....</b>	<b>19</b>
<b>Marco para el análisis: discusión .....</b>	<b>21</b>
<b>Caso de estudio: resultados .....</b>	<b>24</b>
<b>¿Está el estudio orientado a problemas complejos? .....</b>	<b>25</b>
<b>Criterio 1 (C1): Reconocimiento de la diversidad de perspectivas respecto al problema .....</b>	<b>25</b>
<b>Criterio 2 (C2): Reconocimiento de la poca claridad y acuerdo en la definición del problema y su solución .....</b>	<b>26</b>
<b>Criterio 3 (C3): Reconocimiento de la complejidad del sistema en que se contextualiza el problema.....</b>	<b>26</b>
<b>Criterio 4 (C4): Reconocimiento de la incertidumbre .....</b>	<b>26</b>
<b>Criterio 5 (C5): Reconocimiento de la poca claridad en las causas y efectos en el problema .....</b>	<b>27</b>
<b>Criterio 6 (C6): Reconocimiento del conflicto .....</b>	<b>27</b>
<b>Criterio 7 (C7): Reconocimiento del Dinamismo del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>Criterio 8 (C8): Reconocimiento de la contexto-especificidad del problema .....</b>	<b>28</b>
<b>Criterio 9 (C9): Nivel de pugna y concentración de poder .....</b>	<b>28</b>
<b>¿Existe una integración del conocimiento en el enfrentamiento del problema?....</b>	<b>29</b>
<b>Criterio 10 (C10): Integración de conocimientos .....</b>	<b>29</b>
<b>¿Existe una colaboración que permite integrar los conocimientos de los involucrados en el problema? .....</b>	<b>30</b>
<b>Criterio 11 (C11): Involucramiento y relación entre los actores de distintas disciplinas científicas en el proceso de investigación .....</b>	<b>30</b>
<b>Criterio 12 (C12): Involucramiento y relación entre los distintos actores sociales y con los actores científicos en el proceso de investigación .....</b>	<b>32</b>
<b>¿El estudio se hace cargo de la complejidad y del aprendizaje mutuo a través de una metodología adaptativa?.....</b>	<b>33</b>

<b>Criterio 13 (C13): Capacidad adaptativa interna</b> .....	33
<b>Criterio 14 (C14): Capacidad adaptativa externa</b> .....	35
<b>¿Existe un enfoque transdisciplinar?</b> .....	35
<b>Reconocimiento de la complejidad del problema</b> .....	35
<b>Integración de conocimientos</b> .....	35
<b>Forma de colaboración</b> .....	35
<b>Adaptabilidad metodología</b> .....	37
<b>Caso de estudio: Discusión</b> .....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	43



## RESUMEN

Teóricamente, la transdisciplina es un enfoque investigativo que permite abordar la complejidad de los problemas ambientales en circunstancias en que una aproximación científica tradicional no sería suficiente. Sin embargo, existen diversas barreras para su implementación, lo que se traduce en una brecha importante entre la teoría y la práctica. Este trabajo busca establecer si es posible que existan estudios que tengan este enfoque a pesar de no haberlo considerado explícitamente en su diseño, lo que ofrecería una oportunidad para aumentar el conocimiento práctico al respecto. Para esto, a partir de una revisión bibliográfica sobre la transdisciplina, se diseñó un marco de análisis para establecer su presencia y fue aplicado a un caso de estudio que tuviera características de esta aproximación a pesar de no haberla considerado explícitamente. El marco busca identificar cuatro aspectos de la transdisciplina que condicionan la presencia de este enfoque (AET): la orientación a problemas complejos, la integración de conocimientos, la colaboración entre disciplinas y con actores sociales y el uso de una metodología adaptativa. La presencia de cada AET se define a partir de la consideración de una serie de criterios según los que se describe el caso de estudio. Como resultado de la aplicación de este análisis, se identifica una orientación a problemas complejos, pero los otros AET sólo se observan en etapas de ejecución del proyecto, y la falta de integración de conocimientos y de colaboración en las instancias de diseño, además de la carencia de una adaptación que modifique estos aspectos estructurales del planteamiento, se traducen en que globalmente estos AET estén ausentes. Teniendo en cuenta lo anterior, con este estudio no se puede demostrar empíricamente si es posible que un proyecto complejo tenga un enfoque transdisciplinar sin que lo haya considerado de manera explícita en su diseño, y se requiere estudiar nuevos casos para responder a la pregunta inicial. No obstante, como se observa en el caso estudiado, un proyecto de este tipo puede ser ejecutado con esta perspectiva, aunque esto no necesariamente implica que sea un proyecto transdisciplinar.

**Palabras clave:** Transdisciplina, problemas complejos, análisis de casos, marco de análisis.

## ABSTRACT

This paper tries to establish if it's possible for a study to have a transdisciplinary approach despite not having explicitly considered it in its design. This would offer an opportunity to increase practical knowledge about transdisciplinarity, and could provide a background to evaluate its effectiveness in addressing the complexity of environmental problems. To explore this hypothesis, a case study analysis was performed looking for essential aspects of transdisciplinarity (AET). These AET are the orientation to complex problems, the integration of knowledge, the collaboration between disciplines and with social actors and the use of an adaptive methodology. As a result of the analysis, only some of the AET were identified. Considering the above, in this study cannot be empirically demonstrated if it is possible for a complex project to have a transdisciplinary approach without having explicitly considered it in its design. It is necessary to analyze new cases to answer the initial question. However, as seen in the studied case, a project of this type can be executed with this perspective, although this does not necessarily imply that it is a transdisciplinary project globally.

**Keywords:** Transdisciplinarity, complex problems, case study analysis, analysis framework.

## INTRODUCCIÓN

Los mayores problemas asociados a la gestión del medio ambiente constituyen lo que se denominaría un "problema complejo"<sup>1</sup> (Rittel y Webber, 1973). En estos casos, a diferencia de los problemas simples o superficiales, no es posible definir claramente cuál es el problema ni su solución, no se tiene conocimiento preciso de las causas y variables involucradas en estos, los distintos actores involucrados tienen percepciones diferentes de estos aspectos, existe gran cantidad de relaciones entre las entidades que contextualizan el problema y cada situación es única dependiendo del contexto específico.

Si se observan los atributos que definen este tipo de problemas, pierde sentido aproximárseles desde una perspectiva estrictamente positivista, en la que la metodología e hipótesis se constituyen sobre la base de observaciones objetivas y conocimiento científico previo, se tiene control de las variables involucradas en el comportamiento del fenómeno en cuestión, y por lo tanto se puede obtener conclusiones generalizables y libres de la contingencia territorial (Hirschheim, 1992).

Por lo mismo, la búsqueda de soluciones técnicas que podría ofrecer el positivismo esperando resolver estos problemas no sería suficiente (Funtowicz y Ravetz, 1993; Gibbons et al., 1994), especialmente en el contexto de incertidumbre cognitiva, estratégica e institucional en que estos se insertan (Van Bueren et al., 2003). Para enfrentar los problemas complejos deben considerarse los actores involucrados, sus relaciones, las diferencias cognitivas que existen al conceptualizar el problema, y el proceso político-social que significa su abordaje (Head y Alford, 2015; Roberts, 2000; Weber y Khademian, 2008).

Desde el punto de vista de la producción del conocimiento, la transdisciplina es un enfoque investigativo que se adapta a esta complejidad, y en que abordar estos problemas es un discurso esencial (Klein, 2004, 2014). Si bien hay diversas líneas de desarrollo científico en torno a la transdisciplina, existe un terreno común en que se puede establecer con mayor claridad sus características principales (Klein, 2008; Zscheischler & Rogga, 2015). Jahn et al. (2012), quienes desarrollaron un estudio en este sentido, la definen como una aproximación a la investigación que genera un nuevo conocimiento útil para la sociedad, reconociendo la complejidad y basándose en la integración, en distintos niveles (ciencia-sociedad, inter-actores, inter-disciplina, distintas lógicas), como operación cognitiva para conectar entidades que dan contexto a un determinado problema.

Así, la transdisciplina ofrece un marco para la investigación que parece encajar con los principales desafíos asociados a estos "problemas complejos" (Horlick-Jones y Sime, 2004). No obstante, diversos autores reconocen una brecha importante entre la teoría y la

---

<sup>1</sup> Traducción para "wicked problems", o "real-world complex problems"

práctica transdisciplinar (Zscheischler y Rogga, 2015). Esto se traduce en una dificultad para evaluar empíricamente si el enfoque representa una mejor alternativa al abordar estos problemas y, en consecuencia, se vuelve relevante aumentar el número de estudios transdisciplinarios. Así, además, este desarrollo práctico de la investigación transdisciplinar permitiría fortalecer el conocimiento aplicado respecto al enfoque y de este modo ayudar a responder a los desafíos que plantea la complejidad de los problemas en el ámbito de la sustentabilidad y gestión ambiental (Hessels y Van Lente, 2008; Lang et al., 2012).

Como señalan Zscheischler y Rogga (2015), esta brecha tiene dos caras: una asociada a la falta de claridad conceptual respecto a la transdisciplina y otra vinculada a las dificultades en la implementación de este enfoque: por un lado, la falta de canales comunes y de un marco teórico más unitario entre los científicos que abordan la transdisciplina desde distintas perspectivas dificulta que exista certidumbre conceptual para su puesta en práctica (Brandt et al., 2013; Tress et al., 2005); y por otra parte, diversos autores ponen de manifiesto las limitaciones que existen para su implementación, tanto desde el punto de vista de los proyectos (su presupuesto, tiempo, integrantes) como desde la perspectiva del entorno académico, institucional, social e ideológico en que se insertan estas iniciativas (Blättel-Mink y Kastenholz, 2005; Jakobsen et al., 2004; Pohl, 2005; Siedlok y Hibbert, 2014; Tress et al., 2007; Weichselgartner y Kasperperson, 2010).

Esta brecha entre la teoría y la práctica cobra especial relevancia en el contexto sudamericano, donde el número de casos de estudio que tienen un enfoque transdisciplinar es significativamente menor que en otros continentes, más aún si se consideran sólo aquellos cuyos autores son de afiliación local (Brandt et al., 2013).

A través de un análisis de varios programas de investigación llevados a cabo en Reino Unido, Lyall et al. (2015) rescatan la posibilidad de que, aunque la transdisciplina no sea una etiqueta usada explícitamente, ciertos de sus elementos constitutivos puedan estar presentes en mayor o menor medida en el desarrollo de una investigación. De ser así, a pesar de las barreras que existen para el desarrollo de este enfoque en la práctica, se abriría la puerta para la obtención de conocimientos transdisciplinarios en casos de estudio concretos. Esto podría contribuir a reducir las brechas entre teoría y práctica y en la distribución mundial de los casos de estudio, lo que tendría especial importancia en un contexto como el de Chile, en que las barreras para el desarrollo del enfoque son significativas (Barton et al., 2015). Pero entonces, y antes de esto, cabe hacerse la pregunta: ¿Se puede generar conocimiento transdisciplinar sin considerar este enfoque de manera intencionada?

Este estudio se centra en el análisis de este antecedente clave: que es posible que un estudio sea transdisciplinar sin haber sido explícito al respecto en su diseño. Para establecer lo anterior, se intentó falsificar la "hipótesis nula" asociada: que es imposible que una investigación tenga un enfoque transdisciplinar si no lo ha considerado de manera explícita. Para hacer esto, se analizó la presencia de este enfoque en un caso de estudio real con las características en cuestión. De este modo, la hipótesis nula quedaría falsificada si se



establece la presencia de un enfoque transdisciplinar en este caso concreto. Sin embargo, de lo contrario, esta no quedaría verificada, y habría que analizar nuevos casos de estudio que puedan o no establecer lo anterior.

### **Objetivo general**

Determinar si es posible que un proyecto complejo<sup>2</sup> tenga un enfoque transdisciplinar, sin que lo haya considerado de manera explícita en su diseño.

### **Objetivos específicos**

Establecer un marco de análisis que permita identificar la presencia del enfoque transdisciplinar en un proyecto complejo.

Determinar si un proyecto complejo concreto tiene un enfoque transdisciplinar mediante la aplicación de este marco de análisis.

---

<sup>2</sup> Se habla de un proyecto complejo para referirse a un estudio o investigación que se desarrolla en el contexto de un problema complejo y busca, de cierta manera, abordar esta complejidad.

## METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló en dos etapas que permitieron dar cuenta de los objetivos específicos de la investigación. La primera etapa se enfocó en elaborar un marco de análisis que permitiera identificar la presencia del enfoque transdisciplinar en un proyecto de investigación. En una segunda etapa se procedió a aplicar este marco de análisis a un caso de estudio representado por un proyecto de investigación que aborda un problema complejo, pero cuyo diseño no declara explícitamente la aplicación de la transdisciplina. En las siguientes secciones de la metodología se describen ambas partes del estudio y la forma en que fueron articuladas para responder a la pregunta central.

### **Elaboración del marco para el análisis de la presencia de la transdisciplina en casos de estudio**

El marco de análisis fue diseñado para ordenar y mantener el análisis del caso de estudio enfocado en la pregunta de investigación. Según Yin (2009), una de de las formas básicas de análisis en una investigación basada en casos de estudio es la "coincidencia de patrones". Esta es utilizada en el presente marco al comparar, indirectamente, la información empírica del caso con una situación ideal en la que el enfoque transdisciplinar está presente. Este "caso ideal" surge de la pregunta de qué es lo que tiene que haber en una investigación para que sea considerada transdisciplinar, y por lo tanto constituye una definición para este enfoque. Esta definición, que finalmente estructura el marco de análisis, se construyó a partir de un marco teórico establecido a partir de dos etapas sucesivas de revisión bibliográfica: en la primera se identificaron los aspectos esenciales de la transdisciplina (AET) y en la segunda se reconocieron los criterios a considerar para establecer la presencia de estos AET. En adelante se explica con mayor detalle de qué se trata cada una de estas etapas.

Desde el origen del discurso de la transdisciplina en torno a 1970 y hasta la actualidad, aunque la investigación ha sido heterogénea, existe convergencia respecto a ciertos aspectos que deben estar presentes en este enfoque (Jahn et al., 2012; Wickson et al., 2006). Estos fueron identificados a través de una revisión de literatura científica que aborda la transdisciplina desde el punto de vista conceptual, considerando especialmente aquellos artículos que profundizan en el análisis de sus características fundamentales. Luego, a través de un proceso de síntesis, se establecieron aquellos aspectos que son transversales en la literatura y cuya existencia es condicionante de la presencia de una aproximación transdisciplinar. La consolidación de estos AET es descrita gráficamente en el diagrama de la Figura 1.

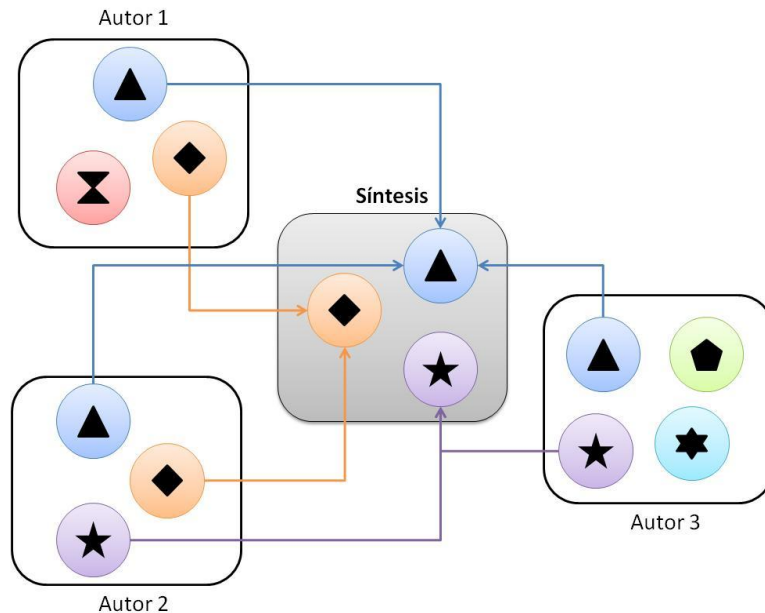


Figura 1. Diagrama que representa el proceso de síntesis que identifica los aspectos esenciales de la transdisciplina a partir de la literatura.

Los AET en general representan grandes elementos o procesos que por definición son fundamentales al hablar de transdisciplina. Para establecer su presencia es relevante la consideración de uno o más criterios que analíticamente permitan reconocer su expresión en un caso de estudio. La segunda etapa de la revisión bibliográfica se realizó para establecer cuáles son estos criterios, de modo que se cuente con un marco teórico que permita describir cómo se manifiestan los AET en el caso práctico y así definir su presencia a través de este análisis multicriterio cualitativo. La referencia a esta metodología permite hacer una analogía explicativa respecto a la consideración conjunta de distintas variables en el establecimiento de la presencia de los AET, aunque no se trate de una evaluación multicriterio orientada a la toma de decisiones complejas, con objetivos en conflicto, o con los insumos de distinta naturaleza a los que normalmente está asociada esta herramienta (San Cristóbal, 2012).

Al realizar el análisis de los AET fue relevante tener presente que en un mismo caso de estudio un AET puede manifestarse de formas distintas, es decir, que el AET puede tener a la vez distintos niveles de presencia dependiendo de la parte de la investigación que se esté analizando. Estas partes provienen de una "división" del caso de estudio a partir de distintas dimensiones. Estas dimensiones pueden ser, por ejemplo, las etapas del proceso de investigación (Höchtel et al., 2006; Jahn et al., 2012; Scholz et al., 2006) o el tipo de conocimiento que se esté generando (Hirsch Hadorn et al., 2006). Por ejemplo, un AET podría estar presente en la etapa final de una investigación, pero haber estado ausente durante una etapa inicial.

Luego, con los resultados de estas etapas de la revisión bibliográfica se generó un marco para describir la forma en que los AET se manifiestan en el estudio práctico a analizar. Este marco permitió establecer la presencia de los distintos AET y luego, ya que los AET definen y deben estar presentes en una investigación transdisciplinar, según esto se determinó si está presente el enfoque en el caso de estudio y por lo tanto si a través de este se genera conocimiento transdisciplinar. Considerando esto, cabe destacar que el presente estudio se basa en el supuesto de que una investigación genera conocimiento transdisciplinar cuando tiene un enfoque transdisciplinar, es decir, cuando están presentes los AET.

### **Transdisciplina en el caso de estudio**

En abril del 2015 el Ministerio de Energía abrió una licitación pública para la contratación del estudio "Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socioambientales", en un intento de impulsar un "desarrollo hidroeléctrico óptimo y sustentable". Según el Ministerio de Energía (2015a) esta búsqueda surge ante el requerimiento de un crecimiento en la matriz energética nacional que se ve trabado por la oposición de una sociedad civil que ve amenazada su forma de vida y patrimonio, en un contexto donde la institucionalidad existente no es capaz de dar respuesta a este conflicto. Aunque esta formulación del problema proviene de un actor particular, queda de manifiesto la existencia de al menos dos visiones distintas respecto a este y por lo tanto a las soluciones que pueda tener. De hecho, en las instancias de diagnóstico<sup>3</sup> y difusión<sup>4</sup> del trabajo queda de manifiesto la complejidad que existe tras este planteamiento.

A pesar de que este estudio se contextualiza en un problema complejo, no se desarrolló con un enfoque transdisciplinar explícito, aunque sí hubo un esfuerzo por traspasar los límites sectoriales, e integrar en el análisis otros aspectos ajenos a la misión institucional del ministerio. Dadas estas condiciones, el trabajo desarrollado por el Ministerio de Energía es

---

<sup>3</sup> Universidad de Chile. 2016, nov. Diagnóstico del desarrollo hidroeléctrico en las cuencas (cap. 2, pp. 6-148). En: Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales: grupo de cuencas número 2: Valdivia, Bueno, Yelcho, Puelo. [Informe final personal]. Santiago, Universidad de Chile. 819p.

<sup>4</sup> Universidad de Chile. 2016, nov. Seminarios de difusión y talleres de expertos (cap. 7, pp. 707-723). En: Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales: grupo de cuencas número 2: Valdivia, Bueno, Yelcho, Puelo. [Informe final personal]. Santiago, Universidad de Chile. 819p.

un caso de estudio interesante para, desde la práctica, plantearse las interrogantes establecidas en esta investigación.

Este estudio finalizó en Julio del 2016 y quien desarrolló esta memoria participó en la totalidad del proceso de investigación, desde su inicio en agosto del 2015. Considerando lo anterior, se cuenta con experiencia, apuntes, grabaciones y productos intermedios y finales del trabajo realizado a lo largo del estudio. En consecuencia, la información sobre este se recopiló principalmente a partir de la observación participante que se llevó a cabo durante el proceso investigativo (Kawulich, 2006), la que fue complementada con los registros descritos con anterioridad. La observación tuvo un carácter cualitativo y fue de participación completa, es decir, en esta el observador "se mezcla totalmente" y es "un participante más" en el contexto del estudio (Hernández et al., 2010). Según el autor, esta posición permitiría una mejor comprensión del proceso que se ha desarrollado, aunque de todas formas es relevante ser consciente de la propia perspectiva y subjetividad.

Ya que no se consideró la realización del presente estudio durante el transcurso del proyecto, esta observación fue realizada *ex post*, instancia que según Späth (2008) es oportuna para la evaluación de la investigación transdisciplinar. Esta evaluación de la "transdisciplinariedad" del conocimiento generado en el caso de estudio se llevó a cabo haciendo un análisis de la presencia de los AET y posteriormente una síntesis de este análisis para dar respuesta a los cuestionamientos iniciales según en el marco previamente establecido a través de la revisión bibliográfica.

El análisis realizado comenzó con la descripción del caso de estudio según los respectivos criterios que definen la presencia de los AET. Luego, a partir de esta descripción se determinó la presencia de los correspondientes AET. Finalmente, mediante un proceso de síntesis se estableció el nivel de presencia del enfoque transdisciplinar en el caso de estudio. Esta secuencia inductiva se explica en el caso abstracto descrito en el diagrama de la Figura 2.

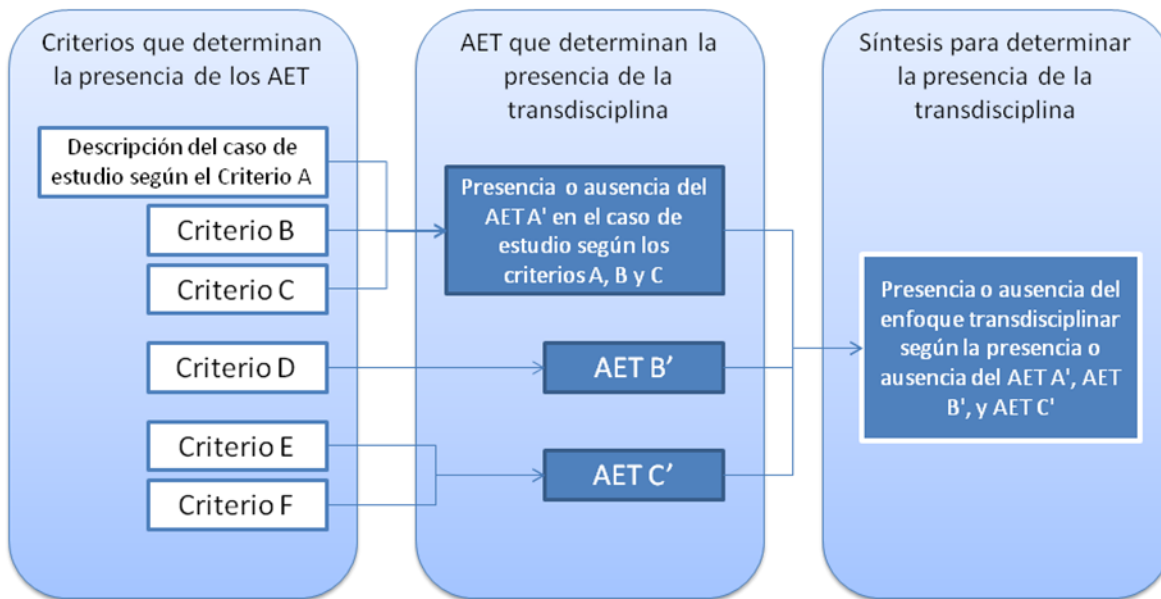


Figura 2. Ejemplo de la secuencia que identifica la presencia de la transdisciplina a partir de los AET y criterios respectivos.

Así, a través de la interpretación directa de las instancias individuales durante la caracterización de los criterios en el caso de estudio; y su posterior agregación sucesiva para poder describirlas como una clase, al definir la presencia de cada AET y luego la presencia global del enfoque transdisciplinar en el caso de estudio; se desarrollan los procesos de "interpretación directa y agregación categórica" descritos por Stake (1995) como parte del análisis de casos. A través de estos procesos se relacionaron los elementos analizados y se desarrolló una síntesis para poder concluir si se está generando en el estudio conocimiento transdisciplinar. Tal como describen Baxter y Jack (2008) esta etapa es esencial para que un estudio de casos no se limite a ser una serie de hallazgos fragmentados, y para que, por lo tanto, el marco de análisis converja en una respuesta para la pregunta de investigación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Marco para el análisis de la transdisciplina: resultados

Para la construcción del marco de análisis se revisó 146 artículos relacionados con la transdisciplina. No obstante, este fue construido a partir de un número más acotado de artículos que entregan información que se ajusta a los requerimientos previamente expuestos en la metodología. A continuación se detalla los resultados de la revisión y la forma en que se estableció el marco de análisis a partir de esta.

#### Aspectos esenciales de la transdisciplina (AET)

Del total de artículos revisados 101 están directamente relacionados con la investigación transdisciplinar. De estos, 7 profundizan en el análisis de los aspectos esenciales del enfoque. Otros 8 fueron considerados por referirse a estos AET, aunque no entran en detalles al respecto. Los AET identificados fueron la orientación a problemas complejos (AET 1), la integración del conocimiento (AET 2), la colaboración de los involucrados (AET 3) y el uso de una metodología adaptativa (AET 4). El detalle de las menciones que se hace a los AET se puede ver en el Cuadro 1. En la Figura 3 se puede observar la fracción de artículos que hacen referencia a cada AET considerando sólo los 7 primeros artículos mencionados, y en la Figura 4 se incluyen además los 8 restantes.

Cuadro 1. Referencias a AET en la literatura revisada.

Autores que profundizan en el análisis de los AET	Referencia a AET 1	Referencia a AET 2	Referencia a AET 3	Referencia a AET 4	Referencia a otros aspectos
Zscheischler y Rogga, 2015	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Wickson et al., 2006	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Jahn et al., 2012	Sí	Sí	Sí	No	No
Mobjörk, 2010	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Tötzer et al., 2011	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Goebel et al., 2010	Sí	Sí	Sí	No	No
Carew y Wickson, 2010	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Proporción de referencias	7 / 7	7 / 7	7 / 7	5 / 7	0 / 7

(continúa)

Cuadro 2 (continuación). Referencias a AET en la literatura revisada.

Autores que sólo mencionan los AET	Referencia a AET 1	Referencia a AET 2	Referencia a AET 3	Referencia a AET 4	Referencia a otros aspectos
Scholz, 2000	Sí	Sí	Sí	No	No
Lang et al., 2012	Sí	Sí	Sí	No	No
Gaziulusoy y Boyle, 2013	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Hirsch Hadorn et al., 2008	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Pohl y Hirsch Hadorn, 2007	Sí	Sí	Sí	No	No
Burger y Kamber, 2003	Sí	Sí	Sí	No	No
Zierhofer y Burger, 2007	Sí	Sí	Sí	No	No
Maasen y Lieven, 2006	Sí	Sí	Sí	No	No
Proporción total referencias	15 / 15	15 / 15	15 / 15	6 / 15	1 / 15

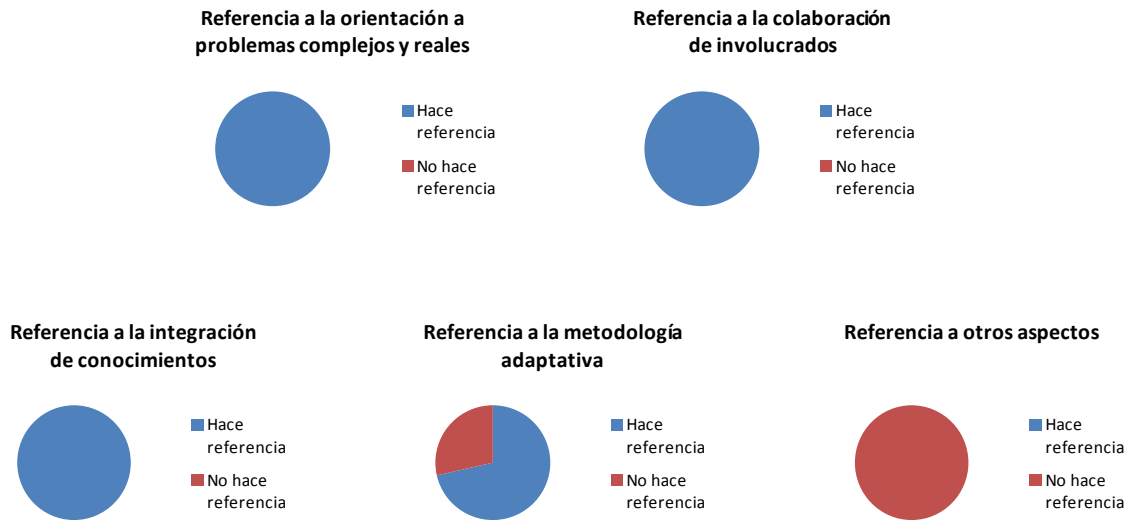


Figura 3. Referencia a AET en los artículos que analizan los aspectos esenciales del enfoque transdisciplinar.



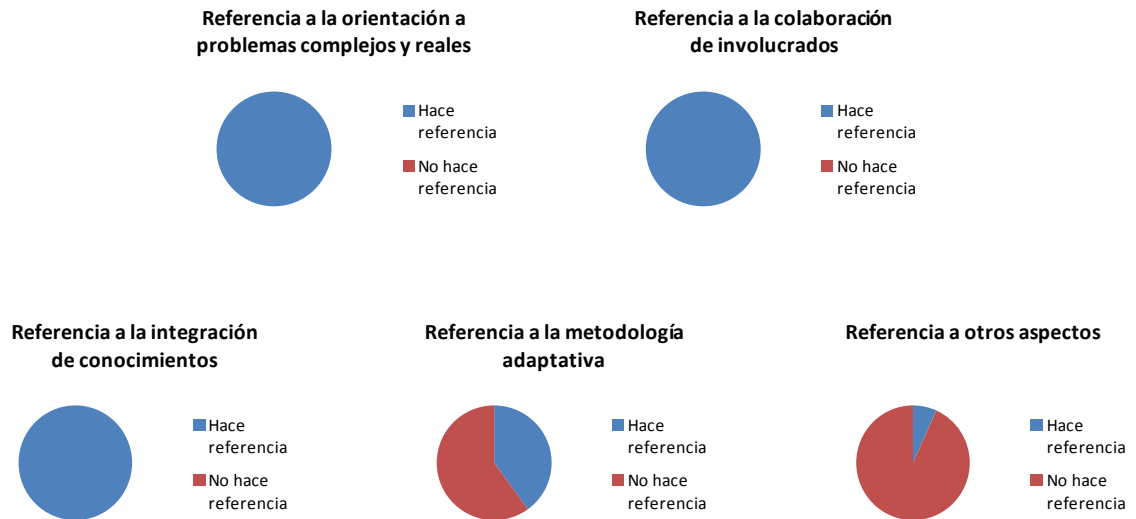


Figura 4. Referencia a AET en todos los artículos que mencionan aspectos esenciales del enfoque transdisciplinar.

**AET 1: Orientación a problemas complejos y reales.** En todos los casos se hace referencia a los problemas complejos y reales como punto de partida de la investigación transdisciplinar. En otras palabras, la aproximación transdisciplinar surge de (y pretende cubrir) necesidades de conocimiento generadas en el contexto de estos problemas. Ya se ha discutido qué quiere decir que un problema sea complejo, pero no se ha señalado a qué se está haciendo referencia al hablar de un problema real. Esto simplemente quiere decir que los problemas existen en un contexto social específico, es decir, surgen de una necesidad contingente percibida por un sujeto concreto. Otra idea que es transversal en la literatura es que el conocimiento generado en la investigación transdisciplinar debe ser útil a la sociedad. Esta utilidad a la que se hace alusión va más allá del valor intrínseco que pueda tener el conocimiento y apunta a un valor práctico de este que proviene de su aplicación directa en un contexto real. Siguiendo la misma línea, incluso es bastante extendida la idea de que el conocimiento generado en una instancia de investigación transdisciplinar es un antecedente directo para la acción concreta y toma de decisiones al abordar los problemas complejos reales (Burger y Kamber, 2003; Gaziulusoy y Boyle, 2013; Wickson et al., 2006; Zierhofer y Burger, 2007).

**AET 2: Integración de conocimientos.** Otro aspecto que es mencionado en todos los casos como una característica fundamental de la transdisciplina es la integración de conocimientos entre distintas disciplinas científicas y con actores no científicos involucrados en el problema que se aborda y/o del territorio donde se realiza la investigación. Este elemento corresponde a la faceta más epistemológica de la integración, que se refiere a los procesos cognitivos de análisis, evaluación y síntesis de ontologías, epistemologías, metodologías, marcos teóricos, valores e intereses que ocurren entre las

visiones de estos distintos actores. La otra faceta de la integración está representada en el AET 3, que es descrito en el siguiente apartado. Esta faceta a su vez tiene dos componentes: una asociada a la integración de conocimientos entre distintas disciplinas científicas, y otra asociada a la integración con los actores no científicos vinculados al problema que se está abordando. Del este modo, los procesos de análisis, evaluación y síntesis que constituyen la integración, ocurren tanto entre las ontologías, epistemologías, marcos teóricos, metodologías, valores e intereses de los actores científicos de las distintas disciplinas, como de los actores no científicos. Cuáles son las disciplinas científicas pertinentes para la investigación, y cuáles son los actores no científicos que serán considerados, depende del proceso particular de investigación que se esté llevando a cabo y de las necesidades de conocimiento asociadas a este.

**AET 3: Colaboración entre los involucrados.** La colaboración entre distintas disciplinas científicas y con actores no científicos involucrados en el problema que se aborda y/o del territorio donde se realiza la investigación, también es un aspecto mencionado en todos los casos como una característica fundamental de la transdisciplina. Este elemento corresponde a la una faceta más organizacional de la integración, y hace alusión a la forma en que distintos actores forman parte del proceso de investigación (control y/o participación). Al igual que en el AET 2, esta faceta tiene dos componentes: una asociada a la colaboración entre distintas disciplinas científicas, y otra asociada a la colaboración con los actores no científicos vinculados al problema que se está abordando. Así, la colaboración considera la forma en que los actores científicos provenientes de distintas disciplinas participan del proceso de investigación y, además, la manera en que los actores no científicos se involucran en este. Del mismo modo que en el AET 2, cuáles son las disciplinas científicas pertinentes para la investigación, y cuáles son los actores no científicos que serán considerados, depende del proceso particular de investigación que se esté llevando a cabo y de las necesidades de conocimiento asociadas a este.

**AET 4: Metodología adaptativa.** De los siete artículos que describían en mayor profundidad los AET, cinco mencionaron la presencia de una metodología adaptativa como un AET. Si se consideran los otros 8 estudios, sólo un artículo más menciona este elemento. La idea de una metodología adaptativa hace alusión a que en una investigación transdisciplinar la metodología es un proceso iterativo, que admite su replanteamiento de manera sucesiva y a distintas escalas, tanto por motivos internos, dado el aprendizaje mutuo entre actores que ocurre de la mano del proceso de integración y colaboración, como por motivos externos, dados los cambios que hay en el sistema complejo que da forma al problema al que se orienta el estudio, los cuales a su vez pueden ser consecuencia de influencias externas o bien resultado de las mismas acciones desarrolladas en el proceso de investigación. En otras palabras, tanto la contingencia externa como la acción de la investigación modifica el objeto de estudio y la perspectiva que los investigadores tienen de este, y por lo tanto surge la necesidad de adaptar el estudio a estos cambios. Como se puede observar, este AET está estrechamente ligado a la contexto-especificidad de los problemas complejos (Rittel & Webber, 1973) y a los procesos de colaboración e integración, de modo

que podría asumirse como una implicancia de los otros AET. A la luz de esto, no es de extrañar que la referencia a éste punto no sea totalmente transversal, sin embargo, su consideración como un AET independiente permite evaluar con mayor claridad la capacidad de un estudio transdisciplinar para adaptarse al contexto del problema y al proceso de aprendizaje ocurrido, de modo que sería un aporte en el análisis. En consecuencia, se incorporó este elemento como AET 4 en el marco de análisis desarrollado.

Al describir este último aspecto diversos autores también hacen referencia a una "metodología evolucionada" para referirse al proceso de integración de las distintas aproximaciones metodológicas necesarias en el diseño de la metodología de un estudio transdisciplinar (Carew y Wickson, 2010; Mobjörk, 2010; Wickson et al., 2006; Zscheischler y Rogga, 2015). Sin embargo, este elemento no se consideró un AET independiente ya que se incluye directamente en el AET 2 (integración).

**Otros AET.** La alusión a otros aspectos esenciales es dispersa y existe poca convergencia al respecto. Hirsch Hadorn et al. (2008) mencionan la "búsqueda de una unidad del conocimiento más allá de las disciplinas", elemento que es reconocido como polémico por el mismo autor, y es puesto en tela de juicio en otros estudios como el de Zierhofer y Burger (2007).

No obstante, en diversas ocasiones se hace referencia, con otros nombres, a elementos que pueden estar estrechamente ligados, o bien contenidos, en los AET descritos con anterioridad. Un ejemplo de lo anterior podría ser el del estudio de Wickson et al. (2006) al hablar de la "reflexión", idea que es usada para referirse a la necesidad de tomar conciencia de cómo influyen en el proceso de investigación los marcos valóricos y de conocimiento de los investigadores, y de la "paradoja", que se refiere al desafío de integrar de manera coherente distintas perspectivas (que responden a distintos "niveles de realidad") que en apariencia son contradictorias. Otros autores hacen referencia a la "integración entre el conocimiento abstracto y de casos reales" como un elemento relevante en la investigación transdisciplinar (Hirsch Hadorn et al., 2008; Pohl y Hirsch Hadorn, 2007). Si bien estos tres aspectos podrían considerarse distintos de los AET descritos hasta ahora, no son transversales en la literatura revisada, y de todas formas están estrechamente ligados la integración del conocimiento, de modo que su análisis puede abordarse desde esta perspectiva: la reflexión como una consideración necesaria para una integración responsable de los conocimientos de distintos actores, la paradoja como un elemento que se debe abordar para integrar distintas realidades y paradigmas, y la integración teórico-práctica como la síntesis entre el conocimiento científico generalizable y el conocimiento específico de los actores sociales y tomadores de decisiones involucrados en el problema.

## Criterios para establecer la presencia de los AET

En el Cuadro 3 se observan los cuatro AET y los respectivos criterios que determinan la presencia de cada uno de estos en una investigación. A continuación, se explica a partir de la revisión bibliográfica cómo estos criterios describen la presencia de los AET.

Cuadro 3. AET y criterios que los definen.

AET (AET nº)	Criterios que determinan la presencia del AET (C nº)
AET 1. Orientación a problemas complejos y reales	C1. Reconocimiento diversidad de perspectivas en torno al problema C2. Reconocimiento de la poca claridad problema y solución C3. Reconocimiento de la complejidad del contexto C4. Reconocimiento de la incertidumbre C5. Reconocimiento de la poca claridad de causas y efectos C6. Reconocimiento del Conflicto C7. Reconocimiento del dinamismo problema C8. Reconocimiento de la contexto-especificidad problema C9. Reconocimiento de la pugna y desconcentración del poder
AET 2. Integración conocimientos	C10. Integración de los conocimientos (de ontologías, epistemologías, metodologías, marcos teóricos, valores e intereses, etc.)
AET 3. Colaboración involucrados	C11. Involucramiento y relación entre los actores de distintas disciplinas científicas C12. Involucramiento y relación entre los actores sociales y de estos con los investigadores
AET 4. Metodología adaptativa	C13. Capacidad adaptativa interna C14. Capacidad adaptativa externa

**AET 1: Orientación a problemas complejos y reales.** De los artículos revisados, siete entregan información para determinar los criterios que establecen la presencia de este AET. En el Cuadro 3 se observan los nueve criterios que la definen. Estos criterios se basan en establecer si con la investigación se está abordando un problema complejo, y si se reconoce esta complejidad. Para determinar lo anterior, los criterios referidos analizan el reconocimiento de distintos aspectos que definen la complejidad del problema al que se orienta la investigación. Estos aspectos son la diversidad de perspectivas respecto al problema (seis menciones), la claridad y acuerdo en la definición del problema y de su solución (cinco menciones), la complejidad del sistema en que se contextualiza el problema (cuatro menciones), la incertidumbre (cuatro menciones), la claridad en las causas y en los efectos del problema (tres menciones), el nivel de conflicto (dos menciones), el dinamismo del problema (una mención), la contexto-especificidad del problema (una mención) y el nivel de pugna y concentración en el poder (una mención). En el Cuadro 4 y Cuadro 5 se detalla qué artículos aluden a cada uno de estos aspectos.



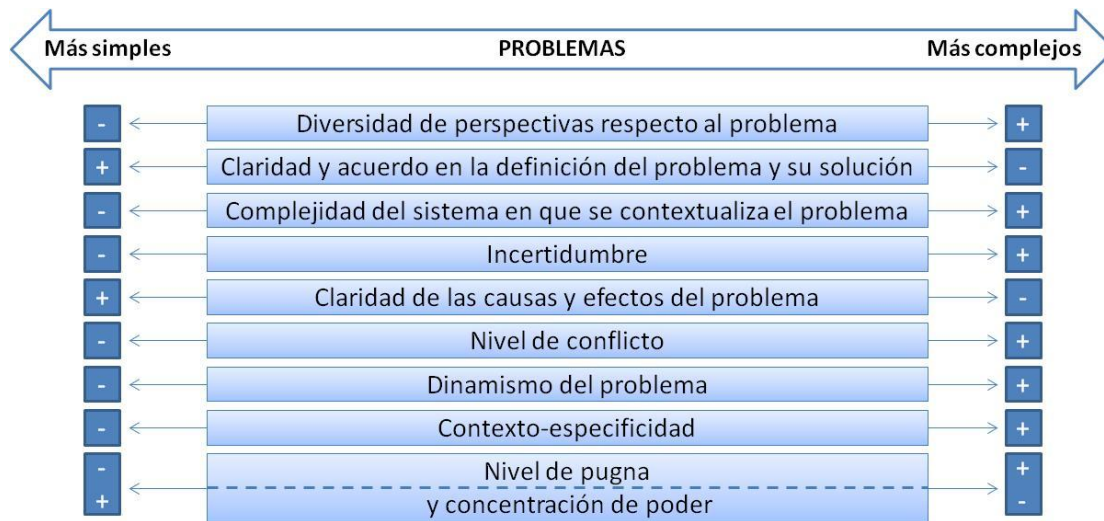


Figura 5. Aspectos que definen la complejidad del problema.

Considerando lo anterior, la presencia del AET 1 depende de la expresión de estas características que definen la complejidad del problema, y de su reconocimiento en la investigación que se esté analizando.

Como se puede observar, la "orientación a problemas complejos" es un AET que se limita al reconocimiento de la complejidad, pero no a la forma en que el estudio se haga cargo de esta complejidad. No obstante, en 4 de los estudios analizados se reconocen requerimientos especiales de la investigación para abordar estos problemas: aprendizaje, discusión, gestión dinámica, gobernanza de redes (Head y Alford, 2015); colaboración e investigación (Head, 2008); integración y transferencia de conocimientos, cooperación (Weber y Khademian, 2008); y apertura a distintas disciplinas, actores y metodologías (Mobjörk, 2010). Estos requerimientos hablan de cómo debe ser la investigación transdisciplinar para responder a los problemas complejos y corresponden a características que son tratadas en los otros AET ya que la misma transdisciplina es una respuesta a estos requerimientos. Considerando lo anterior, sería redundante evaluar en este punto los requerimientos de los problemas complejos.

**AET 2: Integración del conocimiento.** Para definir los criterios que establecen la presencia de este AET se analizaron los artículos de Burger y Kamber (2003), Jahn et al. (2012), Zierhofer y Burger (2007), Hirsch Hadorn et al. (2006) y Max-Neef, (2005), que se refieren al enfoque transdisciplinar desde el punto de vista epistemológico. De acuerdo a esto, la presencia del AET 2 implica una síntesis de conocimientos provenientes de los actores involucrados en la colaboración para la generación de un conocimiento más cohesivo en torno a un problema que se aborda. Cuando el AET 2 está ausente, se observa una suma de partes independientes de conocimiento, o se considera sólo una de estas partes. La integración se expresa en distintos niveles: ontológico, epistemológico, valórico, normativo, metodológico, de objetivos y de marcos teóricos. Considerando lo anterior, el

criterio que define la presencia del AET 2 es la integración del conocimiento que ocurre en cada uno de estos niveles.

**AET 3: Colaboración de involucrados.** Los cinco artículos que describen este AET establecen su presencia en función del involucramiento de los actores sociales en el proceso de investigación (Maasen y Lieven, 2006; Mobjörk, 2010; Pohl, 2008; Stokols, 2006; Wiek, 2007; Zierhofer y Burger, 2007). Sin embargo, este criterio se puede extender a los actores científicos de distintas disciplinas, que también tienen papeles diferenciados en un estudio. Este involucramiento está determinado por distintos factores como la simetría y relación entre actores, el control que estos tengan del proceso (Maasen y Lieven, 2006); las formas de generación de información y consensos y toma de decisiones en el contexto de la investigación (Wiek, 2007); y por la escala a la que se está trabajando (Stokols, 2006).

Así, la presencia del AET 3 está definida por las distintas formas en que los actores involucrados en el problema, ya sea sociales o científicos, intervienen en el proceso de investigación. En consecuencia, los dos criterios de acuerdo a los que se define la presencia del AET 3 son (1) el tipo de involucramiento y relación entre influencias en el proceso de investigación que tienen los distintos actores científicos involucrados en el problema de estudio; y (2) el tipo de involucramiento y relación entre influencias en el proceso de investigación que tienen los actores sociales involucrados en el problema de estudio, y de estos respecto a los investigadores.

**AET 4: Metodología adaptativa.** De los artículos revisados se identificó 5 que describen este AET. La presencia del AET 4 se expresa en el nivel de adaptabilidad de la metodología (Carew y Wickson, 2010; Mobjörk, 2010; Tötzer et al., 2011; Wickson et al., 2006; Zscheischler y Rogga, 2015), es decir, en su capacidad para replantearse de manera iterativa cada vez que se hace necesario debido a los cambios que ocurren en el contexto del problema (dada su complejidad) o de la investigación (dado el proceso de aprendizaje mutuo entre los involucrados en la investigación).

Así, el AET estaría presente cuando la investigación contempla una metodología iterativa adaptativa, y estaría ausente si la metodología tiene un carácter rígido y lineal. Los criterios 13 y 14 que definen la presencia del AET 4 son, respectivamente, la capacidad que tiene una investigación de replantear su metodología según las necesidades provenientes del contexto de la investigación y del contexto del problema.

### **Dimensiones de análisis a considerar**

A través de la literatura revisada aparecen de manera reiterada ciertas dimensiones según las que los AET pueden presentarse o no de manera diferenciada. Las dimensiones más

recurrentes que se identificaron fueron las "etapas del proceso de investigación" y los "tipos de conocimiento generados".

Siempre que se habla de "tipos de conocimiento generados" aparecen los tres básicos referidos por Hirsch Hadorn et al. (2006), aunque dependiendo del autor se suman otros matices o se subdivide alguna de las clases. Estos "tipos básicos" son el conocimiento sobre los sistemas, objetivos y transformaciones. A pesar de que Wiek (2007) y Zierhofer y Burger (2007) subdividen algunos de estos tipos de conocimiento en clases distintas, estas precisiones quedarían contenidas los tipos anteriores. Zierhofer y Burger (2007) reconocen estos tipos de conocimiento como una base para la acción en el contexto de una investigación orientada a problemas. Estos y otros autores (Burger y Kamber, 2003; Wiek, 2007) identifican, además, que cada uno de estos tipos de conocimiento puede a su vez tener un carácter más descriptivo o bien evaluativo.

El conocimiento sobre los sistemas se refiere al conocimiento sobre el estado del sistema en que se contextualiza el problema, cuáles son los elementos que forman parte de este, qué relaciones hay entre estos, cuáles son los procesos involucrados y cuáles son las relaciones causales que determinan su estado. Este conocimiento es de carácter más empírico y generalmente es el objeto de estudio del quehacer científico. El conocimiento sobre los objetivos se relaciona con el estado deseado del sistema que contextualiza el problema, y cuáles son los valores, intereses, objetivos y normas que hay tras este. El conocimiento sobre las transformaciones se refiere a los cambios a aplicar en el sistema para que transite desde su estado actual al estado deseado, y puede instrumentalizarse en tecnologías, actitudes, estructuras institucionales, prácticas, entre otras.

En cuanto a las etapas del proceso de investigación, estas son abordadas por diversos autores, ya sea de una manera más conceptual (Jahn et al., 2012), más aplicada (Scholz et al., 2006) o en casos concretos (Höchtel et al., 2006). Si bien puede haber divergencia respecto a los nombres, enfoques y características específicas de las etapas del proceso de investigación transdisciplinar reconocidos por diferentes autores, en términos generales tienen características similares: son de carácter iterativo y cíclico; y dentro del ciclo de investigación se identifican diversas etapas: una de estructuración del problema de investigación a partir del problema complejo que da origen al estudio; una etapa analítica en que determinadas partes trabajan de manera independiente para luego pasar a una etapa de evaluación cruzada e integración del conocimiento con todas las partes involucradas en la investigación; y finalmente se cierra el ciclo en una etapa de "impacto" en que el nuevo conocimiento cambia la situación inicial del problema, dando paso a una nueva fase del ciclo de investigación.

Cabe destacar que los conceptos de iteración y ciclos son utilizados diferenciadamente en el párrafo anterior. La iteración hace referencia a la capacidad de una investigación para visitar etapas anteriores y de este modo reformularse, por ejemplo, a través de etapas sucesivas de trabajo analítico y de síntesis. El carácter cíclico del proceso hace referencia a la relación que existe entre investigaciones sucesivas: si bien no se soluciona el problema



inicial, se avanza en el conocimiento científico y social al respecto, generándose un nuevo contexto para la investigación.

### **Marco para el análisis: discusión**

Un desafío relevante de este estudio fue establecer cuándo se puede hablar de la presencia del enfoque transdisciplinar en un contexto en que no existe un cuerpo de conocimiento coherente y unitario en torno al tema (Brandt et al., 2013). A pesar de esto, se identifican varios polos científicos de convergencia, que tienen temas de interés común y redes de comunicación y referencias cruzadas más estrechas (Bernstein, 2015; Klein, 2006, 2008, 2014). Particularmente, ya que en el concepto y la práctica desarrollada por la "escuela europea" se observa una mayor consolidación y difusión (Zscheischler y Rogga, 2015), hay más influencia de esta perspectiva en el desarrollo del presente marco de análisis.

Considerando lo anterior, aunque existe acuerdo sobre ciertos aspectos, no es posible ser categórico y preciso respecto a la presencia (o ausencia) de la transdisciplina en un caso de estudio. Se requeriría otro tipo de esfuerzos de coordinación de la comunidad científica para lograr esto último, y por lo tanto tampoco es pertinente que este estudio pretenda delimitar esta frontera. De todas formas, si están presentes los cuatro AET identificados en el marco de análisis, sí se podría hablar de un caso de estudio transdisciplinar, al menos desde punto de vista de la mencionada "escuela europea".

Es probable que si el foco estuviera en otros polos de discusión científica, como por ejemplo aquella más filosófica que se desarrolla en torno al planteamiento de Nicolescu (Bernstein, 2015; Cilliers y Nicolescu, 2012; Max-Neef, 2005; Nicolescu y Ertas, 2013), el marco de análisis tendría otro enfoque o estructura. No obstante, de todas formas existe coherencia entre ambas perspectivas, y aunque lo hacen desde miradas distintas, estas describen el mismo fenómeno.

Al relacionar los AET con el estudio de casos transdisciplinarios planteado por Scholz et al. (2006) se observa que desde la perspectiva ontológica la orientación a problemas complejos responde a "qué es lo que estudia" la transdisciplina; desde la perspectiva epistemológica la integración responde al "cómo genera este conocimiento" la transdisciplina; y los otros dos AET también responden al cómo pero desde una perspectiva metodológica y de gestión de proyectos (ver Figura 6).

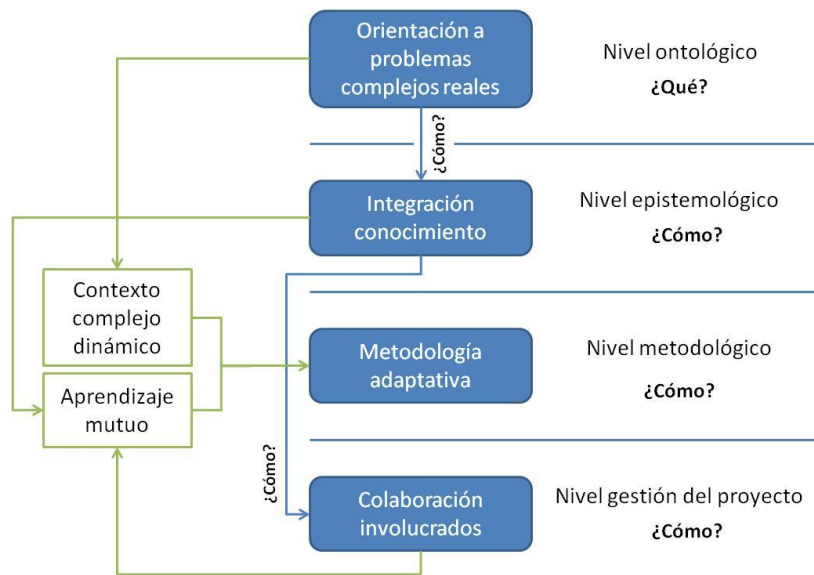


Figura 6. Diagrama de la relación entre los AET elaborado considerando la perspectiva del estudio de casos de Scholz et al. (2006).

En este contexto, la orientación a problemas complejos y la integración constituyen aspectos gravitantes para el enfoque transdisciplinar. Aunque los cuatro AET son fundamentales para un estudio de este tipo, los dos señalados constituyen el "quiebre" que supone la transdisciplina como un nuevo enfoque investigativo: éste no está definido por una metodología particular ni por una estructura específica de los proyectos, está definido por su orientación al enfrentamiento de problemas complejos a través de la integración del conocimiento entre disciplinas y entre ciencia y sociedad. Por esto, esta idea es transversal a pesar de la diversidad conceptual que existe en torno a la transdisciplina.

Que la investigación transdisciplinar esté "orientada a problemas" implica que surge de una situación inicial distinta de la deseada, y de una intención de transitar entre ambos estados. Esto posiciona el enfoque transdisciplinar como orientado a la realización de transformaciones territoriales, de manera coherente con la idea de "impacto social" discutida en la literatura científica. En cuanto a las metodologías, estas pueden ser diversas, pero deberían ser adaptables y contemplar la colaboración de distintas entidades que constituyen distintas dimensiones del problema que da origen a la investigación. ¿Cómo se relacionan estos métodos a un nivel epistemológico con las necesidades de conocimiento sobre cuál es la situación actual?, ¿cuál es la situación deseada? y ¿cómo transitar entre ambas?, es algo está determinado por los procesos de análisis y síntesis (análisis/conceptualización/entendimiento (Scholz et al., 2006)) que constituyen el AET de integración.

Estas relaciones entre los AET ofrecen la posibilidad de dar un carácter jerárquico al marco de análisis: en un primer nivel está la evaluación de la presencia del AET de orientación a problemas complejos, que determina la pertinencia de la investigación transdisciplinar; en un segundo nivel está la integración del conocimiento, que evidencia la presencia del

enfoque desde el punto de vista epistemológico; y en un tercer nivel está la colaboración y la metodología adaptativa, como AET relacionados con los anteriores, pero que se centran en otras dimensiones. Estas relaciones llevadas al análisis de casos de estudio se pueden representar según el diagrama de la Figura 7.

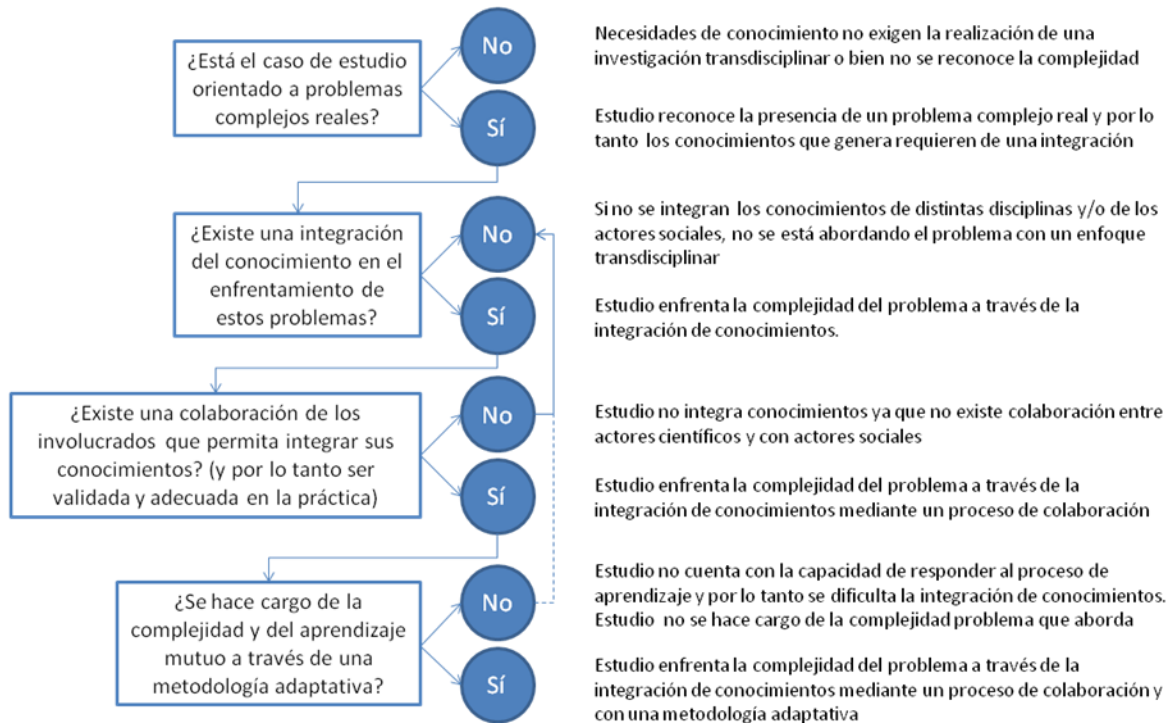


Figura 7. Diagrama del análisis de la presencia de los AET en el caso de estudio.

A pesar de este carácter jerárquico en las relaciones entre distintos AET, la presencia de los cuatro es necesaria para considerar transdisciplinar una investigación. Por otra parte, considerando que estos elementos definen el enfoque, su presencia es, además, suficiente para establecer la transdisciplinariedad de un estudio. Ya que la presencia de los AET es una condición necesaria y suficiente para definir una investigación como transdisciplinar, el marco de análisis permite seguir la secuencia jerárquica del diagrama de la Figura 7 para finalmente establecer si está presente este enfoque. Si la respuesta a cualquiera de las preguntas planteadas es negativa, se tiene que el caso de estudio no es transdisciplinar, mientras que si la respuesta a todas las preguntas planteadas en el diagrama es positiva, se tiene que el caso de estudio presenta un enfoque transdisciplinar.

Al análisis de los AET se le otorgó un carácter binario (presencia/ausencia) debido a las dificultades que habría para establecer una escala de razón que describa su nivel de presencia a partir de los criterios cualitativos que determinan su manifestación. Para establecer tales niveles de presencia se requerirían ciertas consideraciones evaluativas respecto de la calidad de la transdisciplina que escapan del alcance de este estudio. De este modo, a partir de la descripción del caso de estudio que se hace según los distintos criterios, se define sólo si el AET está "presente" o "ausente".

Así, la transdisciplina quedaría definida según los AET como un enfoque investigativo (1) orientado a abordar problemas complejos reales (2) a través de una integración de conocimientos de distintas disciplinas científicas y de actores sociales (3) que se desarrolla mediante un proceso de colaboración y (4) con una metodología adaptativa.

Es importante recordar que los AET de integración y colaboración son aspectos distintos del mismo proceso, y por lo tanto la integración está en gran medida determinada por el proceso de colaboración que se ha llevado a cabo, y la colaboración debiera corresponderse con las necesidades de integración de una investigación particular. Esta relación se traduce en dos preguntas que sería interesante analizar en cualquier evaluación de la transdisciplina: ¿La colaboración llevada a cabo es coherente con las necesidades de integración de la investigación? y ¿El nivel de integración del conocimiento es coherente con la colaboración que se ha llevado a cabo? Considerando las barreras y dificultades asociadas a la comunicación y cooperación entre actores sería indeseable ir más allá de las necesidades de una investigación específica o, por otra parte, que la colaboración ya realizada no se traduzca en una integración del conocimiento.

### **Caso de estudio: resultados**

A continuación se describe de manera cualitativa la presencia de los AET en el estudio "Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socioambientales"<sup>5</sup>. Para esto se aplicó el marco de análisis en función del diagrama de la Figura 7. Para responder las preguntas planteadas en este diagrama en primer lugar se caracterizó el caso de estudio según los distintos criterios enumerados en el Cuadro 3; luego, a partir de esto, se estableció si están presentes o no los respectivos AET respondiendo a las preguntas planteadas en la Figura 7. Este proceso inductivo para establecer la presencia de los AET 1, 2, 3 y 4 es descrito en la Figura 8, Figura 9, Figura 10 y Figura 11 respectivamente.

---

<sup>5</sup> Universidad de Chile. 2016, nov. Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Biobío, Toltén, Valdivia, Bueno, Puelo y Yelcho, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales: grupo de cuencas número 2: Valdivia, Bueno, Yelcho, Puelo. [Informe final personal]. Santiago, Universidad de Chile. 819p.

### ¿Está el estudio orientado a problemas complejos?

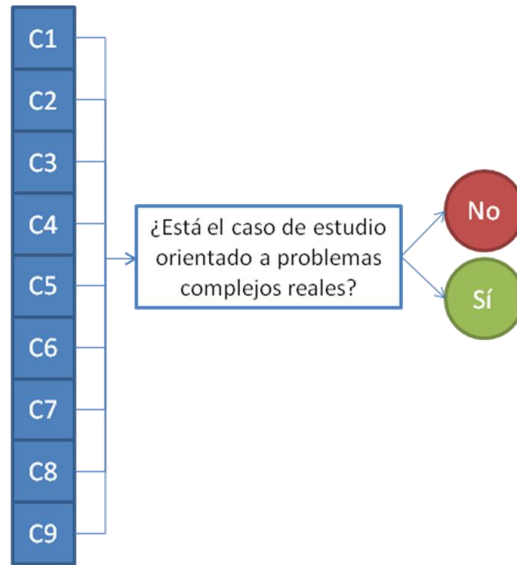


Figura 8. Diagrama del análisis de la presencia de los AET en el caso de estudio.

**Criterio 1 (C1): Reconocimiento de la diversidad de perspectivas respecto al problema.** Desde el planteamiento de las bases técnicas del estudio en cuestión se reconoce la diversidad de perspectivas respecto al problema como un antecedente básico para su planteamiento (Ministerio de Energía, 2015a). La necesidad de un crecimiento en la matriz energética de acuerdo a la política de energía (Ministerio de Energía, 2015b), el interés de los desarrolladores de proyectos de hidroelectricidad, la oposición de la sociedad civil y una institucionalidad que no es capaz de dar respuesta al conflicto que se genera al respecto, son antecedentes reconocidos en esta instancia y que evidencian distintas perspectivas del problema planteado. También en el diseño del proyecto se reconocen diferentes dimensiones del problema dentro del ámbito científico: una físico-técnica asociada al potencial hidroeléctrico, una de carácter ambiental asociada al cambio climático y a objetos de valoración ambientales, y una dimensión de carácter social asociada a un diagnóstico territorial y a la identificación de objetos de valoración sociales, culturales y productivos. Más allá de estas consideraciones, durante el desarrollo del estudio se profundiza más en la diversidad de actores que tienen visiones particulares y que están involucrados en el tema y también en la perspectiva de ciertos actores que tienen algún tipo de experticia académica o vivencial en este contexto.

Cada una de estas perspectivas constituye una dimensión del problema: distintas ideas de qué es lo que hay, de a qué se quiere llegar y de cómo transitar entre ambas situaciones. Considerando lo anterior, queda de manifiesto que el caso de estudio se constituye a partir de un contexto de diversas perspectivas respecto al problema, y se reconoce esta situación.

**Criterio 2 (C2): Reconocimiento de la poca claridad y acuerdo en la definición del problema y su solución.** La diversidad de perspectivas respecto al problema determina que no haya acuerdo respecto a cuál es el problema (diferencia entre la situación actual y deseada) y cuál es la solución (forma de pasar de una de la primera situación a la segunda). Del mismo modo, la complejidad del sistema en el que se contextualiza el problema también hace que este no se pueda definir con claridad ante la diversidad y abundancia de relaciones que dificultan la descripción de la situación actual, de la situación deseada, y de las relaciones causales involucradas, ni tampoco determinar cuál es su solución ya que no se puede predecir el comportamiento del sistema ante una intervención.

Así, se constituye una situación en la que, dada la diversidad de perspectivas en torno al problema y la complejidad del sistema en que este se inserta, no existe acuerdo ni claridad respecto a cuál es el problema y cuál es su solución. El caso de estudio, aunque reconoce esta situación, se plantea desde la visión particular del Ministerio de Energía, y por lo tanto responde a su idea de cuál es la situación actual y la situación deseada, y de cómo abordar el problema (identificar condicionantes del desarrollo hidroeléctrico y con el apoyo del modelo desarrollado en el estudio avanzar de acuerdo a esto en el cumplimiento de objetivos institucionales) (Ministerio de Energía, 2015a). No obstante, tras la ejecución del estudio, se reconocen las deficiencias que tiene esta idea de la problemática al enfrentar su complejidad, lo que se traduce en diversas limitaciones puestas sobre la "solución" desarrollada que son explicitadas en las conclusiones y recomendaciones finales.

**Criterio 3 (C3): Reconocimiento de la complejidad del sistema en que se contextualiza el problema.** La diversidad de perspectivas respecto al problema provienen de entidades que se encuentran relacionadas entre sí y con el contexto en el que se desenvuelven. La diversidad y abundancia de estas relaciones hace que los procesos que estas constituyen no sean tratables de manera lineal (y por lo tanto impiden el establecimiento de relaciones causales y predicciones), y además forman un sistema que no tiene una única función u objetivo, a pesar de que ciertos subsistemas si puedan tenerlos (Manson, 2001).

En este sentido, el sistema biofísico, el sistema público y sus distintas instituciones, los actores sociales, los desarrolladores hidroeléctricos y otros actores involucrados son parte de un sistema territorial que tiene una alta complejidad y que da contexto al problema que aborda este caso de estudio. El interés por desarrollar un diagnóstico territorial que estudie estos sistemas y las relaciones y procesos involucrados evidencia un reconocimiento e intento por abordar esta complejidad a través del estudio desarrollado por el Ministerio de Energía.

**Criterio 4 (C4): Reconocimiento de la incertidumbre.** La complejidad del sistema determina una situación de incertidumbre en la que no se puede predecir su comportamiento con suficiente certeza para la toma de decisiones. De hecho, la necesidad de comprender las "condicionantes del desarrollo hidroeléctrico... , desde el potencial de

generación a las dinámicas socio-ambientales", surge como un intento por reducir esta incertidumbre en la toma de decisiones asociadas al desarrollo hidroeléctrico, lo que queda de manifiesto al plantear como antecedente del estudio la necesidad de crecimiento de la matriz energética, en un contexto en que este se ve limitado por las mencionadas "dinámicas socio-ambientales" a través de la "oposición de la sociedad civil" (Ministerio de Energía, 2015a). Esto permite inferir que el problema que se plantea en el caso de estudio se caracteriza por una incertidumbre respecto a la generación de conflictos en torno a la toma de decisiones vinculadas al desarrollo hidroeléctrico.

**Criterio 5 (C5): Reconocimiento de la poca claridad en las causas y efectos en el problema.** Como ya se señaló, la complejidad de relaciones entre las entidades que dan contexto al problema dificultan el establecimiento de causalidades respecto a este, la predicción de su comportamiento futuro, o de los efectos que tendría una intervención sobre el sistema.

Del mismo modo que en el caso de de la incertidumbre, este criterio está relacionado con los objetivos del caso de estudio: el interés por entender las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico revela una intención de comprender las causas de la oposición social que existe al desarrollo hidroeléctrico, de modo que se pueda avanzar en este sentido. Sin embargo, en primera instancia el estudio asume que estas causas del problema en gran medida están asociadas a la afectación de "objetos de valoración". Esto se evidencia en la forma en que funciona el "modelo para la toma de decisiones", que está orientado, en instancias de planificación, al análisis de escenarios distintos de afectación de estos objetos que podrían gatillar la oposición social al desarrollo hidroeléctrico en distintos territorios. No obstante, como se reconoce posteriormente en el análisis de conflictos en torno a la hidroelectricidad, no es posible establecer con suficiente grado de certeza las relaciones causales subyacentes en la oposición de la comunidad y, por lo tanto, no es posible predecir de este modo los conflictos asociados.

**Criterio 6 (C6): Reconocimiento del conflicto.** El conflicto también es un fenómeno explicitado en los antecedentes del proyecto. De hecho, particularmente por el alto nivel de conflicto en torno al desarrollo hidroeléctrico el estudio contempla su análisis de este aspecto en la estructura del estudio.

**Criterio 7 (C7): Reconocimiento del Dinamismo del problema.** Este criterio también está estrechamente relacionado con la complejidad del sistema en que se inserta el problema. Debido a esta los estados actual y deseado que constituyen el problema se encuentran en constante cambio y, por lo tanto, las "soluciones" en la práctica no transforman el estado inicial en el estado deseado (como podría ser en un contexto simple, lineal y estático). Más bien, las intervenciones se traducen en una modificación tanto del estado inicial como del estado deseado (con la expectativa de que el nuevo estado inicial

sea más deseable que el primero), y, en consecuencia, el problema no se soluciona ni acaba, sino que cambia.

En el caso de estudio reconoce que la descripción que realiza del sistema es una fotografía de la situación actual en un contexto dinámico, y se busca alternativas para adaptarse a distintas posibilidades según lo anterior (se busca que el modelo sea flexible y que las bases de datos puedan actualizarse). También se tiene conciencia de que el aporte que se realice en el tránsito hacia un estado deseado no resolverá la problemática en torno a la hidroelectricidad, especialmente considerando que la oposición de la sociedad civil no responde únicamente a la afectación de los objetos de valoración, sino que también responde a otras dinámicas que son explicadas en el "análisis territorial" del estudio.

**Criterio 8 (C8): Reconocimiento de la contexto-especificidad del problema.** Del mismo modo que en el criterio anterior, dada la complejidad del sistema en que se inserta el problema, el conocimiento sobre este y sus "soluciones", es decir, sobre la situación actual y deseada del sistema y de cómo transitar entre ambas, no es generalizable, sino que está estrechamente ligado al contexto específico al que se esté aludiendo. Así, el conocimiento sobre cómo abordar el desarrollo hidroeléctrico en otros casos de estudio no se puede traspasar de manera directa a un caso de interés sin una previa abstracción desde el contexto externo y posterior adaptación al contexto específico, perdiendo en este proceso gran parte de la información práctica ligada al caso inicial. Esto se debe a que al no tener control sobre las relaciones y variables involucradas en la demostración de una hipótesis u obtención de conocimientos en un contexto determinado, estos no pueden transferirse con propiedad a otros casos en que, dada la complejidad de los sistemas, estas variables serían distintas (Manson, 2001). De hecho, es por esto que el caso de estudio considera trabajar en los distintos territorios, entendiendo que el trabajo en una zona específica no sería transferible a toda el área de estudio, y que el conocimiento científico de carácter abstracto tampoco da cuenta de las relaciones propias de cada territorio.

**Criterio 9 (C9): Nivel de pugna y concentración de poder.** Según describe Roberts (2000), la conflictividad y complejidad de un problema es mayor cuanto mayor es la pugna y menor es la concentración de poder entre los actores involucrados. Así, cuando la pugna es menor, es decir, los actores no tienen interés en relación a la hidroelectricidad, disminuye la diversidad de visiones ante los problemas que puedan existir al respecto. Del mismo modo, cuando la concentración de poder es mayor, la perspectiva del problema que cuenta es la de un limitado número de actores, de modo que disminuye la diversidad y por lo tanto la complejidad en torno al problema. En el caso de estudio, el problema adquiere cuerpo cuando la oposición social limita la capacidad de cumplir objetivos de crecimiento de la matriz energética, tal como se declara en los antecedentes de las bases técnicas del estudio. Esto ocurre debido a que existen mayores intereses sobre el territorio en relación al desarrollo hidroeléctrico (pugna de poder), y/o los diferentes actores tienen capacidad de ejercer un mayor control al respecto (desconcentración de poder). De este modo se



evidencia, por una parte, el reconocimiento de la desconcentración del poder, ya que intereses políticos, sociales y privados son capaces de superponerse a otros en distintas ocasiones; y además evidencia el reconocimiento de una pugna por este poder por parte de actores con distintos intereses sobre el territorio.

### ¿Existe una integración del conocimiento en el enfrentamiento del problema?

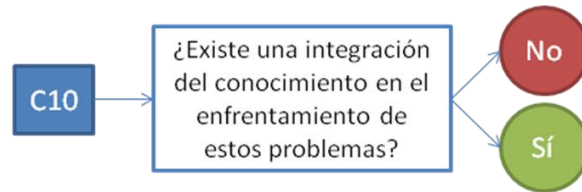


Figura 9. Diagrama del análisis de la presencia de los AET en el caso de estudio.

**Criterio 10 (C10): Integración de conocimientos.** La integración del conocimiento implica que las distintas ideas de cuál es el problema y cuáles son las necesidades y medios de transformación deben ser compartidas, evaluadas y sintetizadas para generar una idea global coherente con las distintas visiones. Esta "visión integrada" del problema, a través del proceso de "transformación del problema" descrito por Jahn et al. (2012), da origen al objetivo de la investigación transdisciplinar.

El caso de estudio surge a partir de la visión del Ministerio de Energía, y busca identificar qué tener en cuenta para la toma de decisiones en torno al desarrollo hidroeléctrico, cuáles son las relaciones causales o motivaciones que determinan lo anterior. Estos son los elementos referidos al hablar de "condicionantes del desarrollo hidroeléctrico". En el diseño del proyecto estas condicionantes son entendidas como ODV, objetos que tienen una expresión espacial y que pueden ser cuantificados. Luego se realiza una modelación que conjuga estos ODV con potenciales hidroeléctricos, de modo que se pueda orientar la acción del ministerio respecto al desarrollo de este sector.

Considerando lo anterior podemos decir que los objetivos y los fines y medios epistémicos del estudio no surgen de una visión integrada del problema. Sin embargo, sí se integra diversos conocimientos durante la realización del estudio. Esta integración ocurre en 3 niveles: (1) cuando el diseño del proyecto contempla la incorporación de conocimientos diversos, (2) cuando se modifica el diseño del proyecto para integrar conocimientos diversos y (3) al incorporar una mirada territorial en el análisis de las condicionantes. En cada uno de estos niveles ocurre una integración de conocimientos provenientes tanto de actores locales como desde distintas disciplinas científicas.

*Cuando el diseño del proyecto contempla la incorporación de conocimientos diversos.* En el estudio se identifica la necesidad de conocimientos provenientes de distintas áreas para entender las condicionantes del desarrollo hidroeléctrico. Por esto en su diseño considera

(1) el trabajo con equipos multidisciplinares que puedan abarcar los diversos aspectos físicos, ambientales, sociales, culturales y productivos considerados en la metodología, y (2) la recopilación de conocimiento de actores sociales o informantes clave para abordar los aspectos socioculturales de la metodología.

*Cuando se modifica el diseño del proyecto para integrar conocimientos diversos.* Este trabajo con equipos multidisciplinares, actores sociales e informantes clave desencadena un proceso de aprendizaje mutuo que lleva replantear aspectos metodológicos del proyecto, cambiar las limitaciones y alcances de determinados productos del trabajo, y a modificar los enfoques y perspectivas con que estos se analizan. Es así como, por ejemplo, ciertos ODV dejan de considerarse como tales, "ya que no tiene sentido concebirllos como objetos puntuales"; se limitan los alcances de los ODV y de la modelación; y se reorienta la modelación como una herramienta para el apoyo de la planificación regional.

*Incorporación de una perspectiva territorial en el análisis de las condicionantes.* Los problemas complejos reales ocurren en el territorio<sup>6</sup> y, por lo tanto, abordarlos desde su dimensión territorial puede significar un aporte para el desarrollo de la investigación al respecto. Tanto el trabajo con actores e informantes locales como la interacción con expertos de distintas disciplinas fortalecieron la idea de incorporar esta perspectiva en el estudio, en los capítulos de análisis de conflictos en torno a la hidroelectricidad, análisis de actores y en la creación del capítulo de "Análisis territorial".

### ¿Existe una colaboración que permite integrar los conocimientos de los involucrados en el problema?

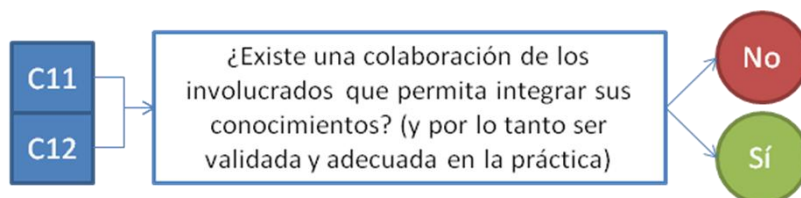


Figura 10. Diagrama del análisis de la presencia de los AET en el caso de estudio.

**Criterio 11 (C11): Involucramiento y relación entre los actores de distintas disciplinas científicas en el proceso de investigación.** La colaboración interdisciplinar en el caso de estudio se dio en tres niveles. El primer nivel corresponde a la colaboración entre los equipos desarrolladores de las dos partes paralelas del estudio: una que es desarrollada por el Centro UC Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica y Teco Group, y abarca las cuencas del Maule, Biobío y Toltén, y otra que comprende las cuencas del Valdivia,

<sup>6</sup> Entendiendo el territorio como una construcción social en un espacio según la idea desarrollada por Stamm y Aliste (2014).

Bueno, Puelo y Yelcho, y es desarrollada por el equipo de la Universidad de Chile. En un segundo nivel está la colaboración entre las partes de cada equipo que son responsables de distintas funciones o partes del estudio. Finalmente, un tercer nivel de colaboración interdisciplinar se desarrolló mediante la consulta de expertos del ámbito académico.

*Colaboración entre equipos análogos.* El primer nivel de colaboración se desarrolló en dos tipos de instancias: reuniones de coordinación y presentación de avances de ambos equipos, y a través de la contraparte técnica.

Reuniones de coordinación y presentación de avances. El primer tipo de instancias consistió en diversas reuniones realizadas a lo largo del proceso con el objetivo de compartir y coordinar las propuestas metodológicas y los resultados obtenidos. En las primeras reuniones, llevadas a cabo antes del periodo de levantamiento de información, la discusión se centró en la transferencia de información del estudio preliminar (llevada a cabo anteriormente por el equipo PUC-Teco (Centro UC Cambio Global y Teco Group, 2015) y en el desarrollo de propuestas metodológicas que fuesen homólogas. Luego del periodo de levantamiento de información se desarrolló una nueva serie de reuniones más centrada en la obtención de resultados que fuesen homólogos. Las reuniones fueron moderadas por el Ministerio de Energía como contraparte técnica, de modo que esta entidad también estuvo involucrada en la discusión.

Revisiones de la contraparte técnica. Las otras instancias de colaboración con el equipo análogo se desarrollaron de forma indirecta a través de la contraparte técnica mediante revisiones sobre los 4 informes entregados a lo largo del estudio. Estas revisiones son llevadas a cabo por el ministerio y hacen referencia a aspectos de carácter sintáctico o semántico que deben ser homologados por ambas partes. Si bien se observó este tipo de revisiones a lo largo de todas las entregas de avances, fueron más relevantes y concretas en las etapas finales del proyecto.

*Colaboración interna del equipo.* Respecto al segundo nivel de colaboración, en términos generales el trabajo desarrollado por cada parte del equipo fue llevada a cabo de forma independiente. En otras palabras, los distintos equipos internos fueron responsables de secciones distintas del estudio que, a excepción de la modelación, no dependían mayormente de los contenidos de otras secciones. A pesar de esto, se puede identificar tres instancias de colaboración en este nivel: la coordinación para la elaboración de informes, la coordinación para el manejo de entradas de la modelación y el apoyo circunstancial entre partes.

Coordinación de informes. La coordinación de informes fue una instancia articulada por la entidad central de gestión general del proyecto y en la práctica la colaboración se centró en el ajuste formal de los contenidos que eran transferidos a esta unidad. Esta transferencia involucra tanto la entrega de las partes ya terminadas como la revisión y retroalimentación de estas desde la unidad central para asegurar la coherencia del trabajo.

Colaboración para la modelación. El modelo de planificación desarrollado en el estudio incorpora entradas que provienen de partes del estudio desarrolladas por equipos internos diferentes. Para la incorporación y manejo adecuado de estas entradas se desarrollaron diferentes reuniones de los respectivos equipos internos con el equipo encargado de la modelación.

Colaboración circunstancial. Además se desarrolló otra forma de colaboración en la que los equipos internos se reunieron y trabajaron juntos en la solución de problemas específicos que se dieron a lo largo del proceso de investigación. Esta colaboración se desarrolló entre los equipos que fuese pertinente según las necesidades de conocimiento dadas por el problema concreto que se estuviese enfrentando.

*Consulta interdisciplinaria de expertos académicos.* En los apartados anteriores se describió las instancias que involucran directamente distintos equipos académico-profesionales en el proceso de investigación. Sin embargo, en el ámbito científico también hubo otra instancia de colaboración: el "taller de expertos". En este se realizó una consulta a expertos académicos no pertenecientes al equipo desarrollador y asociados a distintas disciplinas para la evaluación de las metodologías involucradas en el estudio, y el análisis de los alcances de la aplicación de sus resultados. Se desarrolló un taller de expertos más ligado a las ciencias sociales (historia, antropología, sociología, conflictos ambientales) para discutir principalmente sobre los objetos de valoración socioculturales, y un taller para discutir los objetos de valoración terrestres y fluviales con expertos más ligados a la ecología, limnología, hidromorfología, calidad de aguas y conservación.

**Criterio 12 (C12): Involucramiento y relación entre los distintos actores sociales y con los actores científicos en el proceso de investigación.** El involucramiento y la comunicación entre actores sociales y con los actores científicos también se da en diferentes tipos de instancias: (1) en los seminarios de difusión del proyecto; (2) en el levantamiento de información primaria para la construcción de los objetos de valoración (ODV); (3) en reuniones de retroalimentación y (4) en la realización de entrevistas para el levantamiento de información usada en la elaboración del diagnóstico territorial.

Cabe destacar que estos tipos de instancias son establecidas para los actores sociales involucrados en el problema, pero con la excepción del Ministerio de Energía, que se relaciona e involucra de manera distinta en el proceso de investigación.

*Seminarios de difusión del proyecto.* Los seminarios de difusión del proyecto fueron realizados a nivel regional y de cuencas, y al inicio y al final del proyecto. Esta instancia no considera el involucramiento directo de los actores sociales en el estudio, sino que busca informar y obtener validación social de la investigación. No obstante, en esta instancia se produce una retroalimentación que proporciona información relevante para el diagnóstico territorial, para la construcción de los objetos de valoración y para la interpretación y consideración de las limitaciones de la metodología desarrollada.

*Levantamiento de información primaria para la construcción de los ODV.* Para la obtención de cierta información requerida en el levantamiento de los ODV se desarrollaron diversos tipos de reuniones y entrevistas con apoyo cartográfico en comunas que fueron priorizadas según su potencial hidroeléctrico. Si bien estas instancias fueron orientadas a la obtención de información específica a través de informantes clave, la colaboración se tradujo en posteriores cambios de enfoque en el levantamiento de los respectivos ODV.

*Reuniones de retroalimentación.* Estas instancias surgen intuitivamente por parte del equipo investigador ante la necesidad de responder a los participantes del proceso de levantamiento de información primaria y de obtener una retroalimentación que complemente el proceso de construcción de conocimiento desarrollado, fortaleciendo así el aprendizaje mutuo entre las partes. En estas se presentó resultados preliminares en una dinámica similar a los seminarios de difusión a nivel de cuencas, esperando recibir comentarios respecto al levantamiento de información para los ODV y obtener información para el diagnóstico territorial.

*Entrevistas para el levantamiento de información para el diagnóstico territorial.* Para la elaboración del diagnóstico territorial se realizó diversas entrevistas y reuniones orientadas a obtener información de la percepción de diversos tipos de actores ante el desarrollo hidroeléctrico y los respectivos territorios.

Las entrevistas fueron realizadas a actores locales predeterminados identificados en las instancias de difusión y levantamiento de información primaria como representantes de distintas posiciones ante el desarrollo hidroeléctrico.

### ¿El estudio se hace cargo de la complejidad y del aprendizaje mutuo a través de una metodología adaptativa?

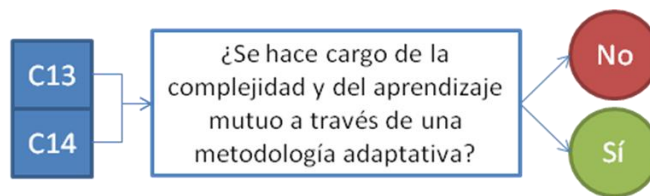


Figura 11. Diagrama del análisis de la presencia de los AET en el caso de estudio.

**Criterio 13 (C13): Capacidad adaptativa interna.** Como se describe en el planteamiento del marco de análisis, la capacidad de adaptación de la metodología está estrechamente relacionada con el proceso de integración del conocimiento ya que surge del aprendizaje que tienen los investigadores durante este. En el caso de estudio, según el tipo de aprendizaje, esta adaptación tuvo su origen en la interacción con los territorios y actores sociales locales o en la interacción entre los distintos equipos desarrolladores del estudio.

Las instancias de colaboración que dieron origen a dichos procesos de aprendizaje son detalladas en los criterios asociados al AET 3 de colaboración, sin embargo, ahora se abordan desde la perspectiva de la forma en que esta interacción influencia adaptaciones en la metodología.

Estas adaptaciones de la metodología inicial se pueden observar en el levantamiento de ODV, en la modelación y en el diagnóstico territorial. En el levantamiento de ODV, en primer lugar, se adaptaron las metodologías de levantamiento de información primaria a la disponibilidad de información secundaria, de modo que se optimizara el uso de la información existente cuando fuese útil para la construcción de los ODV. Luego de establecer los requerimientos de información primaria, y realizar la campaña para su levantamiento, se adaptaron las metodologías previamente establecidas de acuerdo a las limitaciones de la información obtenida. Esto se tradujo en cambios en todas las metodologías de levantamiento de aquellos ODV en los que habían requerimientos de este tipo de información. Por otra parte, esta interacción con los territorios locales permitió profundizar en la comprensión y reconocimiento concreto de aquellas condicionantes del desarrollo hidroeléctrico que no pueden ser identificadas como objetos, lo que fue determinante para establecer las limitaciones de la metodología de ODV, y para dar mayor énfasis a otras secciones, como el análisis territorial, que sí podrían poner de manifiesto estas condicionantes.

Además, se impusieron limitaciones para el uso del modelo, de manera que este se oriente al apoyo de la toma de decisiones en instancias de planificación territorial más local, en lugar de que encuentre soluciones por sí mismo.

Otras diversas adaptaciones surgieron del proceso de coordinación descrito en el AET 3, especialmente respecto a la homologación de aspectos metodológicos entre los equipos análogos. También hubo adaptaciones relevantes entre entidades funcionalmente distintas, como por ejemplo en el caso de la unidad de análisis de los ODV fluviales (tramos), que posteriormente fue adoptada en la modelación (inicialmente eran subsubcuencas).

Finalmente, si bien se observa que existe una capacidad de adaptación en distintos casos, en ninguno se replantea la posibilidad de cambiar los aspectos metodológicos más estructurales que son predefinidos en las bases técnicas del estudio. Por ejemplo, aunque se dejan de considerar ciertos ODV socioculturales, se imponen limitaciones para uso del modelo, y se fortalece el diagnóstico territorial para balancear ciertas limitaciones del estudio, no se plantea la posibilidad de cambiar el uso de los ODV o el tipo de modelación como una posible forma de recoger aquellas consideraciones que dan origen a los cambios realizados, independientemente de si finalmente se resolviera cambiar o no estos elementos metodológicos estructurales. A pesar de esto, como se señala en el Criterio 10 al hablar de la integración de conocimientos, cabe destacar que a lo largo del proceso de investigación se reorienta el objetivo de uso de la modelación, que es un elemento relevante del trabajo realizado en el estudio.

**Criterio 14 (C14): Capacidad adaptativa externa.** La adaptación de la metodología a cambios en el sistema que da contexto al problema es menos evidente que la anterior ya que todo el aprendizaje del estudio se desenvuelve en un periodo de menos de un año. De todas formas, se puede observar la reacción a ciertas complejidades de la contingencia, como el caso del conflicto de Puelo, cuyo desarrollo impidió la colaboración con actores de esta cuenca. No obstante, esta adaptación está más en el nivel de la gestión del proyecto que de las metodologías. Por lo tanto, no se observan necesidades que puedan evidenciar cuál es la "capacidad adaptativa externa" para las metodologías.

### ¿Existe un enfoque transdisciplinar?

**Reconocimiento de la complejidad del problema.** Como se observa en la precedente descripción de los criterios, el caso de estudio se contextualiza en un problema complejo, y reconoce esta complejidad en sus distintos aspectos, independientemente de si se hace cargo de estos en su diseño. Considerando esto se puede decir que se orienta a abordar un problema complejo, y por lo tanto el AET 1 está presente. Desde la perspectiva del enfoque transdisciplinar esto determina las necesidades de integración (que serán estudiadas en otros AET) de conocimientos de distintas disciplinas y de este conocimiento científico con el conocimiento local de actores sociales involucrados en el problema.

**Integración de conocimientos.** Considerando lo descrito en el Criterio 10, la integración de conocimientos ocurre de manera diferenciada en distintas partes del estudio. Durante su desarrollo hay una integración de conocimientos, pero esta ocurre después de la etapa de diseño del proyecto de investigación, que por lo tanto queda fuera de estos procesos epistemológicos. Es decir, en el caso de estudio no hubo integración de conocimientos para definir cuáles son las necesidades de conocimiento en torno al problema, ni cómo cubrir estas necesidades desde el punto de vista metodológico. Esto se debe a que el proyecto es diseñado desde una visión particular (del Ministerio de Energía) del problema, y es en el desarrollo del estudio cuando las otras visiones son integradas.

Dado lo anterior, se tiene que el AET 2 no está presente en el caso de estudio. Ya que la presencia de este AET es una condición necesaria para poder decir que un estudio es transdisciplinar, de lo anterior se infiere que el caso de estudio no presenta este enfoque.

**Forma de colaboración.** Los tres niveles de colaboración descritos en el Criterio 11 se traducen en tres formas de colaboración entre disciplinas: la homologación de estudios desarrollados por equipos análogos; la articulación interna de las partes del estudio; y el consejo experto para la adaptación de metodologías e interpretación de resultados en materia de los objetos de valoración. Esto revela (1) que la colaboración interdisciplinar se dio principalmente entre los grupos que desempeñaron funciones análogas entre los dos

equipos que hicieron el estudio; (2) que dentro de cada equipo, la colaboración interdisciplinar se limitó a la articulación de una "suma de partes", a excepción del caso de la modelación, en que la colaboración fue mayor y se realizaron reuniones para el uso e interpretación apropiado de entradas del modelo; y (3) que la colaboración con disciplinas que no forman parte del equipo desarrollador del estudio tuvo un carácter más consultivo que participativo, aunque de todas formas fueron consideradas las sugerencias metodológicas y sobre la interpretación de los resultados, particularmente en la sección de los objetos de valoración. Cabe destacar además que las brechas disciplinares son mayores entre los miembros de un mismo equipo que entre las partes análogas de equipos diferentes, y por lo tanto la colaboración es mayor entre disciplinas similares. Esto probablemente responde a la estructura misma del estudio, cuyo diseño responde a la lógica de "suma de partes" que son relativas a distintos ámbitos científicos.

Para describir la forma de colaboración social del caso de estudio, existen dos consideraciones relevantes: (1) que la colaboración está orientada a partes específicas del estudio y (2) que esta no involucra a los actores sociales de manera directa en la toma de decisiones asociadas al estudio.

Para el caso del Ministerio de Energía como actor social no aplicarían estas consideraciones. De hecho, ocurre lo opuesto: su colaboración es transversal y tiene una influencia relevante en la toma de decisiones asociadas al estudio.

*Colaboración localizada.* Se puede observar que las instancias de colaboración que abordan el estudio desde una perspectiva más general son de "difusión", es decir, se centran en "dar a conocer" más que en involucrar directamente actores sociales en la investigación. No obstante, en partes específicas del estudio, tanto en el diagnóstico territorial como en la construcción de los ODV, sí existe un involucramiento más directo de los actores sociales ya que estos (1) proporcionan información relevante que es usada en la construcción de los productos del estudio (información primaria para los ODV, antecedentes para el análisis de los ODV, información para el diagnóstico territorial), y (2) forman parte de una instancia de "aprendizaje mutuo" con los desarrolladores del estudio, lo que también influye sobre los productos del estudio.

*Colaboración "no vinculante".* Si bien existe colaboración de los actores sociales en distintas instancias dentro del estudio, estos no participan de manera directa en la toma de decisiones sobre el enfoque, características, metodologías o conclusiones del estudio.

Considerando lo anterior, se puede inferir que aunque existe una colaboración de distintas disciplinas científicas y con los diversos actores sociales involucrados, esta se desarrolla dentro de los límites que establece el diseño del proyecto. Este diseño es definido anteriormente a estas instancias de colaboración, y por lo tanto estas no son consideradas en el establecimiento de las necesidades de conocimiento que la investigación buscó cubrir.



Ya que las instancias de colaboración social e interdisciplinar no se integraron en la etapa de diseño del proyecto, se puede decir que el AET 3 no está totalmente presente en el estudio, y como la presencia de este AET es una condición necesaria para poder decir que un estudio es transdisciplinar, se puede inferir que el caso de estudio no presenta este enfoque.

Esto pone de manifiesto la relación entre los AET descrita en la Figura 7, ya que la ausencia del AET 3, específicamente la falta de instancias de colaboración en el diseño del proyecto, está estrechamente ligada a la ausencia del AET 2, particularmente en cuanto a la falta de integración de conocimientos en el diseño del proyecto.

**Adaptabilidad metodología.** Se observa que a lo largo del proceso de investigación la metodología es reiterativamente adaptada a las nuevas circunstancias que se dan en el estudio, especialmente considerando el proceso de aprendizaje ocurrido en este. Las adaptaciones involucran aspectos metodológicos más "superficiales", aunque no por eso irrelevantes, del trabajo realizado. Sin embargo, no llega a plantearse la posibilidad una adaptación más radical de la metodología para cumplir los objetivos del estudio.

Considerando que la capacidad de adaptación del estudio no admitió plantearse una potencial modificación de aspectos estructurales de su metodología, se tiene que la presencia del AET 4 no es completa. Ya que la presencia de este AET es una condición necesaria para poder decir que un estudio es transdisciplinar, de lo anterior se infiere que el caso de estudio no presenta este enfoque.

### **Caso de estudio: Discusión**

En la Figura 12 y en la Figura 13 se observan diagramas basados en el de la Figura 7 que resumen los resultados generales del análisis del caso de estudio. Al analizarlos según los distintos niveles descritos en el diagrama de la Figura 6, se observa que las brechas respecto de un "caso transdisciplinar ideal" se sitúan en el "cómo lo hace" de la investigación, mientras que respecto al "qué hace" (abordar el problema complejo en torno al desarrollo hidroeléctrico) se puede observar la presencia del AET.

Si se analizan estas deficiencias en el "cómo", queda de manifiesto que a pesar de que se expresan en distintas dimensiones (epistemológica, metodológica y gestión del proyecto) tienen un mismo origen: que el estudio tiene una estructura básica predefinida, y a pesar de la flexibilidad y adaptabilidad que se observa durante su desarrollo, los cambios en este sentido quedan inscritos en el marco delimitado por este diseño previo.

Esta brecha es importante si se considera lo establecido por Jahn et al. (2012) para los problemas de este tipo, en que los requerimientos de integración de conocimientos son altos

durante todo el proceso de investigación, incluyendo la transformación del problema complejo que se desea abordar en los objetivos y métodos del estudio.

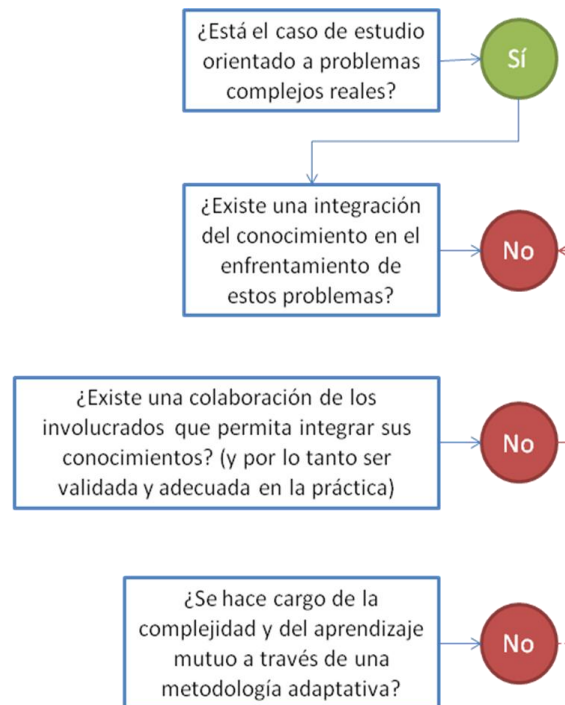


Figura 12. Diagrama que resume la presencia de los AET según el diagrama que describe el marco de análisis de la Figura 7.

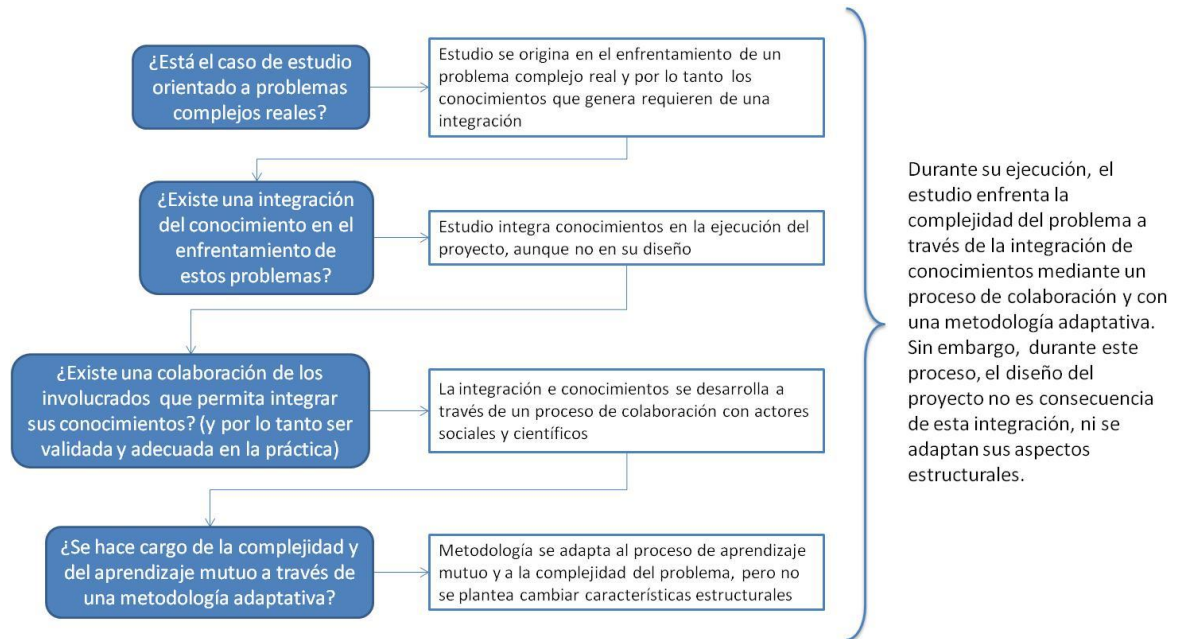


Figura 13. Diagrama que resume los resultados del análisis del caso de estudio según el diagrama que describe el marco de análisis de la Figura 7.

La consideración de metodologías como la de "planificación retrospectiva y operación prospectiva" descrita por Scholz et al. (2006) para los casos de estudio transdisciplinarios podría facilitar la integración del enfoque en las etapas de diseño del estudio. No obstante, aunque estos métodos sean especialmente compatibles con la presencia de los AET, finalmente depende del contexto específico qué es lo más adecuado, y trabajos como el caso de estudio igualmente podrían presentar un enfoque transdisciplinario dependiendo de la forma en que los AET sean considerados.

A pesar de que se observa colaboración e integración en la ejecución del proyecto, si esta se analiza desde la perspectiva de Pohl (2008), el caso de estudio quedaría clasificado como del tipo en que los investigadores reorganizan el conocimiento según su percepción de lo planteado por los colaboradores, manteniendo el control de la toma de decisiones. En estas circunstancias, considerando que una coproducción de conocimiento participativa se plantea como más adecuada para la vinculación con la política y práctica en contextos complejos, podría cuestionarse la calidad de la transdisciplina. Sin embargo, también es relevante tener en cuenta que este marco de análisis fue diseñado para evaluar la presencia del enfoque transdisciplinario y no su calidad. Y, aunque presencia y calidad podrían relacionarse mediante la valoración del nivel de presencia de los AET, para poder establecer que una situación determinada es mejor que otra harían falta otras consideraciones contextuales y conceptuales y una base científica más completa (Wickson et al., 2006).

El uso del enfoque transdisciplinario en la ejecución del caso de estudio probablemente tuvo beneficios en el enfrentamiento de la complejidad del problema y en la robustez social del

conocimiento generado (Funtowicz y Ravetz, 2003, 1993; Gibbons et al., 1994); no obstante, para precisar estos beneficios es importante la conducción de nuevos estudios de modo que se pueda potenciar el uso de este enfoque en distintas instancias de investigación. Por otra parte, aunque la ausencia de este enfoque a nivel del diseño del proyecto reduce estos beneficios, también se evitan una serie de dificultades y barreras asociadas a la aplicación de la transdisciplina, considerando los esfuerzos que involucra la comunicación, colaboración y procesos de integración (Jakobsen et al., 2004; Siedlok y Hibbert, 2014; Tress et al., 2007; Weichselgartner y Kasperson, 2010).

Sin embargo, cuando se intenta abordar problemas complejos reales, y especialmente si estos esfuerzos provienen del sector público, es importante que se logre movilizar los conocimientos científicos y locales para su puesta en práctica al servicio de la sociedad (Bannister y Hardill, 2013; Grunwald, 2004; Meagher et al., 2008), y por lo tanto se vuelve esencial reforzar el enfoque transdisciplinar en la ejecución de proyectos de este tipo, y generar formas e instancias para incorporarlo también en el diseño de los proyectos (Dedeurwaerdere, 2013; Luks y Siebenhüner, 2007; Walter et al., 2007).

En este sentido el marco de análisis ofrece una doble utilidad. Además de determinar si un caso de estudio es transdisciplinar (con el impacto que podría tener esto en reducir la brecha teórico-práctica en el conocimiento sobre este enfoque), ofrece una guía para el desarrollo práctico de estudios de este tipo. Así, al momento de diseñar una investigación se podría buscar la presencia de los distintos AET: asegurar que se orienta a problemas complejos, los aborda desde la integración de conocimientos mediante la colaboración de distintas disciplinas y actores sociales, y tiene una metodología adaptativa. De este modo se podría decir que el estudio tiene un carácter transdisciplinar, y debiera por lo tanto tener las ventajas que supone este enfoque en la generación de conocimientos para abordar los problemas complejos, aunque también las desventajas y barreras a las que se ven sometidos los estudios de este tipo.

Cabe destacar que las dimensiones de análisis tuvieron distinta relevancia al analizar el caso de estudio. Las etapas del proceso de investigación fueron determinantes para obtener los resultados, ya que el enfoque no está presente en el caso de estudio debido a la ausencia de los AET 2, 3 y 4 en la etapa de diseño del proyecto (especialmente en la transformación del problema en necesidades de conocimiento a cubrir, y en la definición de objetivos y métodos). En cuanto a los tipos de conocimiento la situación es menos clara. El estudio en general se centra en la generación de conocimientos sobre el sistema (potencial hidroeléctrico, diagnóstico, objetos de valoración) y en parte sobre las transformaciones (principalmente mediante el desarrollo del modelo). En estas instancias de generación de conocimientos sí se encuentran presentes los AET, tal como se describe en los resultados. Sin embargo, el estudio tiene un rol como instrumento de transformaciones (conocimiento sobre transformaciones), el que a su vez surge de un conocimiento previo sobre cuál es la situación actual (conocimiento sobre el sistema) y de la situación deseada (más asociada al conocimiento sobre los objetivos); y los AET 2, 3 y 4 no estarían presentes en estas tres instancias de generación de conocimientos.

## CONCLUSIONES

Considerando que el caso de estudio no presenta un enfoque transdisciplinar propiamente tal, no se puede falsificar la "hipótesis nula" asociada (que es imposible que un proyecto tenga un enfoque transdisciplinar si no lo ha considerado de manera explícita), y por lo tanto tampoco se puede establecer empíricamente si es posible que un proyecto complejo tenga un enfoque transdisciplinar sin que lo haya considerado de manera explícita en su diseño. De este modo, aún queda planteada la pregunta inicial, y el análisis de otros casos de estudio podría servir para responderla de forma más contundente.

Sin embargo, a partir del análisis del caso de estudio sí se infiere que un proyecto complejo que no considera la transdisciplina en su diseño puede ser ejecutado con esta perspectiva, aunque esto no necesariamente implica que, globalmente, sea un proyecto transdisciplinar. Esta idea surge de la observación de los AET en el caso de estudio, ya que estos se encuentran presentes en su desarrollo pero no en su diseño.

A pesar de lo anterior, a partir de la aplicación del marco de análisis en el caso de estudio se podría decir, teóricamente, que un estudio que no considera la transdisciplina explícitamente sí puede generar conocimiento de este tipo. Para esto, bastaría que estuviesen presentes los cuatro AET. En el caso de estudio, por ejemplo, si los AET de integración y colaboración hubiesen sido considerados en el diseño del proyecto, y si la metodología hubiese sido lo suficientemente adaptativa como para iterativamente modificar los aspectos estructurales de su diseño (pudiendo quizás enmendar la ausencia de los AET 2 y 3 mediante su replanteamiento), podrían haber estado presentes todos los AET, y por lo tanto, podría haber estado presente el enfoque transdisciplinar. No obstante, como se menciona anteriormente, esto no deja de ser una inferencia teórica, y no una prueba empírica que permita falsificar la hipótesis nula.

Respecto al marco de análisis, aunque este no establece un umbral para discriminar categóricamente la presencia de los AET, sí entrega una guía para realizar un análisis cualitativo que defina la presencia del enfoque en un caso particular. Así, el establecimiento de lo anterior finalmente depende del análisis específico que fundamente la presencia de los distintos AET en el caso de estudio.

En cuanto a la situación del caso de estudio (que el enfoque transdisciplinar se observa en la ejecución del estudio pero no en su diseño), esta se explica en gran medida por la forma en que se concibe: una licitación, lo que implica una rigidez que proviene del contexto burocrático en que se inserta, que es ofrecida por una institución particular, y que por lo tanto tiene una visión específica del problema complejo que se aborda.

Por esto, para avanzar en la reducción de la brecha teórico-práctica en torno a la transdisciplina, es importante que al enfrentar problemas complejos se incorpore este

enfoque en las instancias de diseño de los proyectos, o se flexibilice la adaptación de los aspectos más estructurales de sus respectivos diseños.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bannister, J. e I. Hardill. 2013. Knowledge mobilisation and the social sciences: dancing with new partners in an age of austerity. *Contemporary Social Science*, 8(3): 167-175.
- Barton, J. R.; K. Krellenberg y J. M. Harris. 2015. Collaborative governance and the challenges of participatory climate change adaptation planning in Santiago de Chile. *Climate and Development*, 7(2): 175-184.
- Baxter, P. y J. Susan. 2008. Qualitative case study methodology: study design and implementation for novice researchers. [en línea]. *The Qualitative Report*, 13(4): 544-559. Recuperado en: <<http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol13/iss4/2>>. Consultado el: 12 de Enero de 2017.
- Bernstein, J. H. 2015. Transdisciplinarity: a review of its origins, development, and current issues. *Journal of Research Practice*, 11(1): 1-17.
- Blättel-Mink, B. y H. Kastenholz. 2005. Transdisciplinarity in sustainability research: diffusion conditions of an institutional innovation. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 12(1): 1-12.
- Brandt, P.; A. Ernst; F. Gralla; C. Luederitz; D. J.; J. Newig et al. 2013. A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 92: 1-15.
- Burger, P. y R. Kamber. 2003. Cognitive integration in transdisciplinary science: knowledge as a key notion. *Issues in Integrative Studies*, 21(21): 43-73.
- Carew, A. L. y F. Wickson. 2010. The TD Wheel: a heuristic to shape, support and evaluate transdisciplinary research. *Futures*, 42(10): 1146-1155.
- Centro UC Cambio Global, Pontificia universidad Católica de Chile y Teco Group. 2015. 3° Informe estudio "Base para planificación territorial en el desarrollo hidroeléctrico futuro". (Informe N° 3 Licitación N° 584105-11-LP14). Santiago, Chile. 459p.
- Cilliers, P. y B. Nicolescu. 2012. Complexity and transdisciplinarity: discontinuity, levels of Reality and the Hidden Third. *Futures*, 44(8): 711-718.
- Dedeurwaerdere, T. 2013. Transdisciplinary sustainability science at higher education institutions: science policy tools for incremental institutional change. *Sustainability (Switzerland)*, 5(9): 3783-3801.

Funtowicz, S. y J. R. Ravetz. 1993. Science for the post-normal age. *Futures*, 25: 735-755.

Gaziulusoy, A. I. y C. Boyle. 2013. Proposing a heuristic reflective tool for reviewing literature in transdisciplinary research for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 48: 139-147.

Gibbons, M.; C. Limoges; H. Nowotny; S. Schwartzman; P. Scott y M. Trow. 1994. The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. Londres: SAGE. 179p.

Goebel, A.; T. Hill; R. Fincham y M. Lawhon. 2010. Transdisciplinarity in urban South Africa. *Futures*, 42(5): 475-483.

Grunwald, A. 2004. Strategic knowledge for sustainable development: the need for reflexivity and learning at the interface between science and society. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1(1/2): 150-167.

Head, B. W. 2008. Wicked problems in public policy. *Public Policy*, 3(2): 101-118.

Head, B. W. y J. Alford. 2015. Wicked problems: implications for public policy and management. *Administration & Society*, 47(6): 711-739.

Hernández, R.; C. Fernández y M. del P. Baptista. 2010. Metodología de la investigación. 5a. ed. México D.F.: McGraw-Hill. 614p.

Hessels, L. K. y H. Van Lente. 2008. Re-thinking new knowledge production: a literature review and a research agenda. *Research Policy*, 37(4): 740-760.

Hirsch Hadorn, G.; D. Bradley; C. Pohl; S. Rist y U. Wiesmann. 2006. Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecological Economics*, 60(1): 119-128.

Hirsch Hadorn, G.; C. Pohl; H. Hoffmann-Riem, S. Biber-Klemm; U. Wiesmann; W. Grossenbacher-Mansuy et al. 2008. Handbook of transdisciplinary research. G. Hirsch Hadorn; H. Hoffmann-Riem; S. Biber-Klemm (Eds.). [s.l.]: Springer. 448p.

Hirschheim, R. 1992. Information systems epistemology: an historical perspective (cap. 2, pp. 28-60). En: Galliers, R. (Ed.): Information systems research: issues, methods and practical guidelines. Oxford: Blackweel Scientific Publications. 277p.

Höchtel, F.; S. Lehringer y W. Konold. 2006. Pure theory or useful tool? Experiences with transdisciplinarity in the Piedmont Alps. *Environmental Science and Policy*, 9(4): 322-329.



Horlick-Jones, T. y J. Sime. 2004. Living on the border: knowledge, risk and transdisciplinarity. *Futures*, 36(4): 441-456.

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

Jakobsen, C. H.; T. Hels y E. J. McLaughlin. 2004. Barriers and facilitators to integration among scientists in transdisciplinary landscape analyses: a cross-country comparison. *Forest Policy and Economics*, 6: 15-31.

Kawulich, B. B. 2006. La observación participante como método de recolección de datos. [en línea]. *Forum: Qualitative Social Research*, 6(2): Art. 43. Recuperado en: <<http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/466> >. Consultado el: 25 de Agosto de 2016.

Klein, J. T. 2004. Prospects for transdisciplinarity. *Futures*, 36(4): 515-526.

Klein, J. T. 2006. Afterword: the emergent literature on interdisciplinary and transdisciplinary research evaluation. *Research Evaluation*, 15(1): 75-80.

Klein, J. T. 2008. Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: a literature review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2): 116-123.

Klein, J. T. 2014. Discourses of transdisciplinarity: looking back to the future. *Futures*, 65: 10-16.

Kreuter, M. W.; C. De Rosa; E. H. Howze y G. T. Baldwin. 2004. Understanding wicked problems: a key to advancing environmental. *Health Education & Behavior*, 31: 441-454.

Lang, D. J.; A. Wiek; M. Bergmann; M. Stauffacher; P. Martens; P. Moll et al. 2012. Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(1): 25-43.

Luks, F. y B. Siebenhüner. 2007. Transdisciplinarity for social learning? The contribution of the German socio-ecological research initiative to sustainability governance. *Ecological Economics*, 63(2-3): 418-426.

Lyall, C.; L. Meagher y A. Bruce. 2015. A rose by any other name? Transdisciplinarity in the context of UK research policy. *Futures*, 65: 150-162.

Maasen, S. y O. Lieven. 2006. Transdisciplinarity: a new mode of governing science? *Science and Public Policy*, 33(6): 399-410.

Manson, S. M. 2001. Simplifying complexity: a review of complexity theory. *Geoforum*, 32(3): 405-414.

Max-Neef, M. A. 2005. Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53(1): 5-16.

Meagher, L.; C. Lyall y S. Nutley. 2008. Flows of knowledge, expertise and influence: a method for assessing policy and practice impacts from social science research. *Research Evaluation*, 17(3): 163-173.

Ministerio de Energía, Chile. 2015a. Aprueba bases administrativas y técnicas de licitación pública para la contratación del estudio: "Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas del Maule, Bibío, Toltén, Valdivia, Bueno, Yelcho y Puelo, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales". (Resolución N°2). Santiago, Chile: Ministerio de Energía. 59p.

Ministerio de Energía, Chile. 2015b. Energía 2050: política energética de Chile. Santiago, Chile: Ministerio de Energía. 152p.

Mobjörk, M. 2010. Consulting versus participatory transdisciplinarity: a refined classification of transdisciplinary research. *Futures*, 42(8): 866-873.

Nicolescu, B., y A. Ertas. 2013. Transdisciplinary theory & practice. B. Nicolescu; A. Ertas (Eds.). U.S.A.: The Academy of Transdisciplinary Learning & Advanced Studies (TheATLAS). 210p.

Pohl, C. 2005. Transdisciplinary collaboration in environmental research. *Futures*, 37(10): 1159-1178.

Pohl, C. 2008. From science to policy through transdisciplinary research. *Environmental Science and Policy*, 11(1): 46-53.

Pohl, C., y G. Hirsch Hadorn. 2007. Principles for designing transdisciplinary research. A. B. Zimmermann (Trad.). Munich: Oekon. 104p.

Rittel, H. W. J. y M. M. Webber. 1973. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4(2): 155-169.

Roberts, N. 2000. Wicked problems and network approaches to resolution. *International Public Management Review*, 1(1): 1-19.

San Cristóbal, J. R. 2012. Multi-criteria analysis. (cap. 2, pp. 7-10). En: Green Energy and Technology: multi criteria analysis in the renewable energy industry. Londres: Springer. 105p.

Scholz, R. W. 2000. Mutual learning as a basic principle of transdisciplinarity. (pp.13-17). En: Transdisciplinary 2000 Conference (Marzo de 2000, Zurich). Workbook II: Mutual learning sessions. Zurich: Swiss Federal Institute of Tecnology (ETH).

Scholz, R. W.; D. J. Lang; A. Wiek; A. Walter y M. Stauffacher. 2006. Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: historical framework and theory. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(3): 226-251.

Siedlok, F. y P. Hibbert. 2014. The organization of interdisciplinary research: modes, drivers and barriers. *International Journal of Management Reviews*, 16(2): 194-210.

Späth, P. 2008. Learning ex-post: towards a simple method and set of questions for the self-evaluation of transdisciplinary research. *Gaia*, 17(2): 224-232.

Stake, R. E. 1995. The art of case study research. Thousand Oaks: SAGE. 177p.

Stamm, C. y E. Aliste. 2014. El aporte de un enfoque territorial al estudio de los conflictos socio-ambientales. *Faro*, 2(20): 66-78.

Stokols, D. 2006. Toward a science of transdisciplinary action research. *American Journal of Community Psychology*, 38(1-2): 63-77.

Tötzer, T.; S. Sedlacek y M. Knoflacher. 2011. Designing the future: a reflection of a transdisciplinary case study in Austria. *Futures*, 43(8): 840-852.

Tress, G.; B. Tress y G. Fry. 2005. Clarifying integrative research concepts in landscape ecology. *Land Use Policy*, 20(4): 479-493.

Tress, G.; B. Tress y G. Fry. 2007. Analysis of the barriers to integration in landscape research projects. *Landscape Ecology*, 24(2): 374-385.

Van Bueren, E. M.; E. Klijn y J. F. M. Koppenjan. 2003. Dealing with wicked problems in networks: analyzing an environmental debate from a network perspective. *Journal of Public Administration Research & Theory*, 13(2): 193.

Walter, A. I.; S. Helgenberger; A. Wiek y R. W. Scholz. 2007. Measuring societal effects of transdisciplinary research projects: design and application of an evaluation method. *Evaluation and Program Planning*, 30(4): 325-338.

Weber, E. P. y A. M. Khademian, A. M. 2008. Wicked problems, knowledge challenges, and collaborative capacity builders in network settings. *Public Administration Review*, 68(2): 334-349.

Weichselgartner, J. y R. Kasperson. 2010. Barriers in the science-policy-practice interface: toward a knowledge-action-system in global environmental change research. *Global Environmental Change*, 20(2): 266-277.

Wickson, F.; A. L. Carew y A. W. Russell. 2006. Transdisciplinary research: characteristics, quandaries and quality. *Futures*, 38(9): 1046-1059.

Wiek, A. 2007. Challenges of transdisciplinary research as interactive knowledge generation: experiences from transdisciplinary case study research. *Gaia*, 1: 52-57.

Yin, R. K. 2009. Case study research: design and methods. 5a. ed. Thousand Oaks: SAGE. 223p. (Applied social research methods v. 5).

Zierhofer, W. y P. Burger. 2007. Disentangling transdisciplinarity: an analysis of knowledge integration in problem-oriented research. *Science Studies*, 20(1): 51-72.

Zscheischler, J. y S. Rogga. 2015. Transdisciplinarity in land use science: a review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures*, 65, 28-44.