

TESIS

Programa de Maestría de Ciencias Ambientales  
Facultad de Ciencias - Universidad de la República

**Barreras que limitan la conservación de servicios  
ecosistémicos: análisis del caso de Laguna del Sauce**

**Autor: Manfred Steffen**

**Tutor: Dr. Nestor Mazzeo**

<i>Resumen ejecutivo</i> .....	4
<b>1. Introducción – marco teórico</b> .....	6
<b>1.1. Sistemas socioeconómicos y naturales acoplados)</b> .....	6
<b>1.2. Resiliencia</b> .....	12
<b>1.3. Incertidumbre</b> .....	12
<b>2. El caso de estudio: Laguna del Sauce</b> .....	16
<b>2.1. Proceso de eutrofización</b> .....	20
<b>2.2. Bases y directrices de un Plan de Gestión Integrada de la Cuenca</b> .....	21
<b>2.3. Red de actores e interacciones</b> .....	22
<b>3. Hipótesis de trabajo</b> .....	25
<b>4. Objetivos</b> .....	26
<b>5. Materiales y métodos</b> .....	27
<b>5.1. Entrevistas</b> .....	27
<b>5.2. Guía para la entrevistas</b> .....	27
<b>5.2.1. Sobre la persona</b> .....	27
<b>5.2.2. Sobre los conocimientos del problema</b> .....	28
<b>5.2.3. Sobre la gestión actual del recurso (política)</b> .....	29
<b>5.2.4. Propuestas</b> .....	29
<b>5.3. Descripción de las entrevistas</b> .....	30
<b>5.4. Lista de entrevistados</b> .....	31
<b>6. Resultados</b> .....	34
<b>6.1. Hipótesis 1 – Barreras asociadas al conocimiento científico</b> .....	34
<b>6.2. Hipótesis 2 – Barreras asociadas a los instrumentos legales y jurídicos</b> .....	36
<b>6.3. Hipótesis 3 – Barreras asociadas a la red institucional encargada de la gestión del agua</b> .....	39
<b>6.4. Hipótesis 4 – Barreras asociadas a diferentes intereses en pugna</b> .....	43
<b>7. Discusión de los resultados</b> .....	45
<b>7.1. Hipótesis 1 – Barreras asociadas al conocimiento científico</b> .....	45
<b>7.2. Hipótesis 2 – Barreras asociadas a los instrumentos legales y jurídicos</b> .....	50
<b>7.3. Hipótesis 3 – Barreras asociadas a la red institucional encargada de la gestión del agua</b> .....	51

7.4.	<b>Hipótesis 4 – Barreras asociadas a diferentes intereses en pugna .....</b>	<b>54</b>
8.	<b>Conclusiones .....</b>	<b>57</b>
9.	<b>Perspectivas .....</b>	<b>59</b>
10.	<b>Propuestas.....</b>	<b>60</b>
10.1.	<b>Gestión del conocimiento .....</b>	<b>60</b>
10.2.	<b>Participación .....</b>	<b>60</b>
10.3.	<b>Fiscalización .....</b>	<b>61</b>
10.4.	<b>Internalización de costos .....</b>	<b>61</b>
10.5.	<b>Estrategia local.....</b>	<b>62</b>
10.6.	<b>Gobernanza adaptativa .....</b>	<b>62</b>
11.	<b>Apéndice - Legislación relacionada consultada.....</b>	<b>63</b>
11.1.	<b>Ley 13.667 Conservación de suelos y aguas.....</b>	<b>63</b>
11.2.	<b>Ley 14.859 Código de Aguas .....</b>	<b>63</b>
11.3.	<b>Ley 15.239 Ley de Uso y Conservación de los Suelos y de las Aguas .....</b>	<b>63</b>
11.4.	<b>Ley 17.234 Sistema Nacional de Areas Naturales .....</b>	<b>63</b>
11.5.	<b>Ley 17.283 Ley General de Protección del Medio Ambiente .....</b>	<b>63</b>
11.6.	<b>Ley 18.308 Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable.....</b>	<b>63</b>
11.7.	<b>Proyecto para el Control de la contaminación y gestión de la calidad del agua en la cuenca del Río Santa Lucía – Informe de avance de marzo de 2009.....</b>	<b>63</b>
11.8.	<b>Ley 18.610 Ley de Principios Rectores de la Política Nacional de Aguas .....</b>	<b>63</b>
12.	<b>Fuentes .....</b>	<b>64</b>
	<b>Agradecimientos .....</b>	<b>72</b>

## Resumen ejecutivo

Uruguay presenta un creciente uso de sus recursos naturales y servicios ecosistémicos. Este proceso se manifiesta con particular claridad en zonas deprimidas socialmente, donde la degradación ambiental repercute inmediatamente en la calidad de vida de los habitantes. También en zonas de sectores socio-económicos medios y altos se produce una utilización desordenada y no sustentable de los recursos naturales, que amenaza su disponibilidad en el futuro y augura conflictos por el acceso a servicios ecosistémicos claves.

Los seres humanos interactúan continuamente con los sistemas naturales de lo que resultan sistemas socio-económicos y naturales acoplados de gran complejidad organizacional tanto espacial como temporalmente. Los sistemas socio-económicos y naturales acoplados presentan dinámicas de cambios no lineales y transiciones bruscas a partir de umbrales que por el momento no son conocidos. Los servicios ecosistémicos constituyen un concepto que facilita el análisis de los sistemas socio-económicos y naturales acoplados, y la interacción entre disciplinas como la ecología, la sociología y la economía. Uno de los más claros ejemplos es el suministro de agua potable, de fácil comprensión por técnicos y/o personas sin formación científica vinculadas a la administración y gestión de los recursos hídricos, o población en general.

El modelo de estudio considerado, Laguna del Sauce, es la fuente de agua potable de unos 150 000 habitantes estables del departamento de Maldonado y centenas de miles de turistas que visitan la zona durante el verano. En la cuenca se observan diferentes usos de la tierra y del cuerpo del agua, algunos de los cuales son incompatibles entre sí o con el funcionamiento del ecosistema lacustre. El aumento de la población y de la urbanización, así como de diferentes actividades agropecuarias, ganaderas y turísticas en la cuenca, origina problemas en el suministro de agua potable y constituyen una presión creciente sobre el ecosistema y su capacidad de resiliencia. La administración de estas presiones está a cargo de múltiples autoridades e instituciones en un complejo marco jurídico, en el que actúan operadores de variada composición, status jurídico y nivel de capacitación. Con la finalidad de administrar de forma sustentable el recurso y asegurar la disponibilidad de la fuente de agua potable en el futuro se puso en marcha el Plan de Gestión Integrada de la Laguna del Sauce, proceso liderado por la Intendencia Municipal de Maldonado, con la participación de diversas Direcciones Nacionales, la Universidad de la República y organizaciones sociales. El objetivo general de este Plan es revertir el proceso de eutrofización actual de este cuerpo de agua, asegurando el suministro de agua potable para el Departamento de Maldonado.

El presente trabajo analiza las siguientes hipótesis de barreras en la implementación del Plan de Gestión: desconocimiento o incompreensión de la información científica disponible, limitaciones de los instrumentos legales y jurídicos, y diferencias de intereses de las personas e instituciones involucradas. Se llega a las siguientes conclusiones:

El proceso de eutrofización está documentado y no constituye objeto de debate, pero el rol de la academia constituye una fuente de discrepancias y una barrera para la gestión adaptativa.

La no comprensión o no incorporación de los conceptos críticos de los sistemas complejos en los procesos de toma de decisión constituye una barrera para el manejo adaptativo.

La plena vigencia del paradigma del crecimiento económico como medida de bienestar humano constituye una barrera para la internalización de los costos ambientales de los emprendimientos económicos. Lo mismo sucede con el paradigma de la tecnología como proveedora de soluciones a cualquier problema.

El marco institucional es conocido y aceptado, pero hay barreras de potencial conflictivo en la comunicación y el relacionamiento entre las instituciones.

El marco jurídico vigente es aceptado, pero se constata la incapacidad del Estado en la fiscalización de su cumplimiento.

Las competencias del Comité de Cuencas constituyen un punto de discrepancia entre los ámbitos local y nacional. El uso de la cuenca hidrológica como unidad de administración es controvertida.

La falta de flexibilidad, de flujos de información adecuados y de coherencia en las prioridades de las instituciones dificulta un manejo de las diferencias de intereses por el uso de los recursos lo que impide la conducción de los conflictos por trayectorias manejables.

La tensión entre los ámbitos local y nacional constituye una de las principales barreras y fuentes de conflicto. La gobernanza adaptativa es desconocida por la mayoría de los actores.

Para revertir el proceso de eutrofización del modelo de estudio es indispensable un cambio de paradigma que habilite la implementación de un manejo adaptativo.

# 1. Introducción – marco teórico

## 1.1. *Sistemas socioeconómicos y naturales acoplados*

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de organismos que interactúan con su entorno geofísico generando una unidad funcional (Millenium Ecosystem Assesment 2003). Se llama servicios ecosistémicos a los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas y que constituyen la base de su riqueza (Ekins et al. 2002). Comprenden servicios de suministro, de regulación, culturales o espirituales que se apoyan en los servicios de base o sustento de la vida, sin los cuales los anteriormente nombrados serían imposibles (Carpenter & Folke 2006). Los servicios de suministro abarcan productos o materias primas que se obtienen de la naturaleza y que pueden ser incorporados a una cadena productiva, o comercializados directamente en el mercado. El régimen de propiedad de los productos de estos servicios es fácilmente determinable y regulable por lo que su intercambio en el mercado también lo es. Pero los servicios de base, así como los de regulación y los culturales, no son identificables en forma inmediata. La disponibilidad de estos servicios ecosistémicos es generalmente considerada como garantizada, y recién cuando dichos servicios son afectados o desaparecen como consecuencia de actividades antrópicas, la sociedad toma conciencia de su importancia y comienza la discusión sobre su valor. Generalmente se los considera de libre acceso lo que facilita su apropiación y la consiguiente privatización de sus beneficios por parte de algunos actores económicos. Esto dificulta la sujeción de su uso a alguna regulación jurídica o incluso técnica.

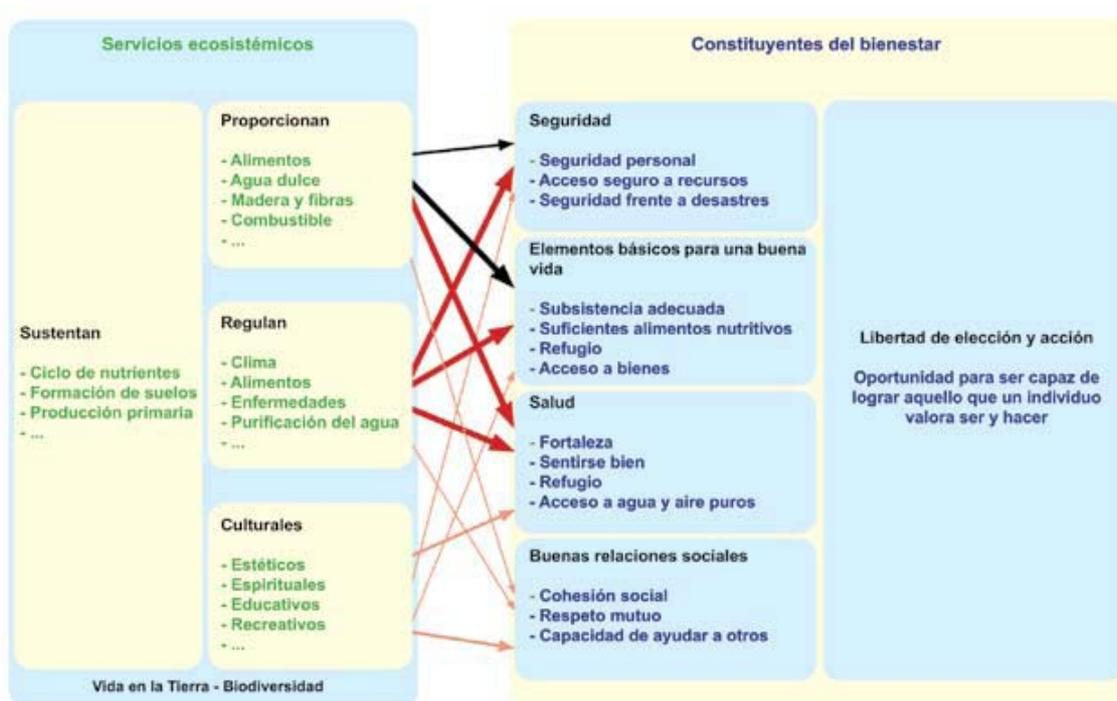


Fig. 1. Vínculos entre los servicios ecosistémicos y el bienestar humano, el grosor de las flechas indican la intensidad de estas conexiones (finas a gruesas indican un gradiente de débiles a muy importantes). El color refleja la mediación potencial de los factores socio-económicos (intensidades claras a oscuras representan baja a alta respectivamente). A modo de ejemplo, si es posible adquirir

un sustituto del servicio ecosistémico, la capacidad de mediación de los factores socio-económicos es alto. Tomado y adaptado de Carpenter & Folke (2006).

La identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos es importante porque muchos servicios ecosistémicos no son visibles para el ciudadano o incluso los tomadores de decisión. Por esta razón son pobremente entendidos, raramente monitoreados, están sometidos a una creciente degradación (Daily et al. 2009). En particular los servicios de regulación son ignorados frecuentemente aunque sean cruciales para los otros servicios ecosistémicos. Los servicios culturales generalmente son conocidos e incluso intercambiados en los mercados. A no ser que los mercados estén contruidos apropiadamente, los precios van a subestimar el valor social de los servicios ecosistémicos. El mejoramiento de los mercados para servicios ecosistémicos es un área particularmente relevante de la investigación de la economía ecológica, así como de la innovación en el mundo de los negocios (Carpenter & Folke 2006). El término “mercado apropiado” puede ser controvertido. En este caso se quiere subrayar que la asignación de los precios no contiene el valor social y futuro de los servicios ecosistémicos.

Los seres humanos interactúan continuamente con los sistemas naturales de lo que resultan sistemas socio-económicos y naturales acoplados (*CHAN, sigla en inglés*) de gran complejidad organizacional tanto espacial como temporalmente. Estos sistemas presentan dinámicas de cambios no lineales y transiciones bruscas a partir de umbrales que por el momento no son conocidos (Liu et al. 2007). Los servicios ecosistémicos constituyen una herramienta que facilita el análisis de los sistemas socio-económicos y naturales acoplados y la interacción entre disciplinas como la ecología, la sociología y la economía.

El funcionamiento de los procesos naturales tiene algunas características contra intuitivas que provocan una discrepancia entre la percepción humana y la realidad objetiva, independiente de la observación. Esta discrepancia se expresa en dos errores:

- Asumir que la respuesta de los ecosistemas al uso humano es lineal, predecible y controlable.
- Asumir que los sistemas humanos y naturales pueden ser tratados en forma independiente.

Por el contrario, la realidad es que los sistemas eco-sociales exhiben umbrales en sus dinámicas y están fuertemente acoplados, son complejos y evolucionan (Folke et al. 2002, Liu et al. 2007).

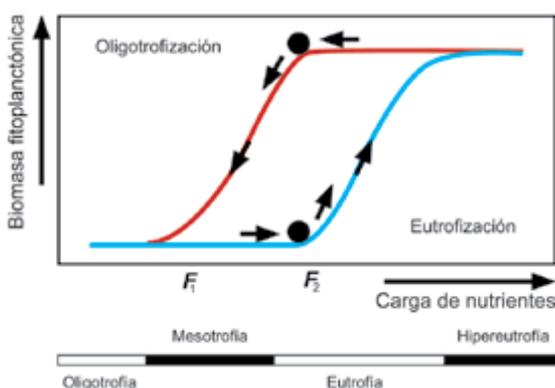


Fig. 2. Comportamiento de histéresis de la biomasa algal en función de la carga de nutrientes. El sistema puede presentar dos estados diferentes (por ejemplo baja o elevada biomasa de fitoplancton) para un mismo rango de nutrientes.

Conocer la trayectoria o historia previa del sistema resulta crucial para comprender las respuestas actuales del sistema. Eutrofización designa el proceso de enriquecimiento de nutrientes

y el de oligotrofización el caso opuesto. Fuente: Mazzeo et al. 2010

Los sistemas socio-ecológicos presentan umbrales que una vez traspasados implican cambios bruscos en su función y estructura (Scheffer & Westley 2007). Estos cambios pueden ser reversibles o no. La existencia de umbrales es difícilmente comprobable sin traspasarlos y cuando esto sucede, el daño ya es un hecho, por lo que no puede ser simulado experimentalmente. Esto mantiene en el terreno de la incertidumbre a la discusión sobre las perturbaciones y los impactos de las actividades, y dificulta la evaluación de los riesgos condicionando la discusión sobre las medidas de precaución (Constanza & Cornwell 1992, Brüseke 1997, Bruckner 2003, Taleb 2009). La ciencia puede proveer indicadores de la cercanía de un umbral, como por ejemplo la lentitud en la recuperación de un sistema después de una perturbación. Sin embargo, sigue siendo casi imposible probar previamente la existencia y ubicación de un umbral, por lo que la discusión se da en términos de principio de precaución versus costo de oportunidad.

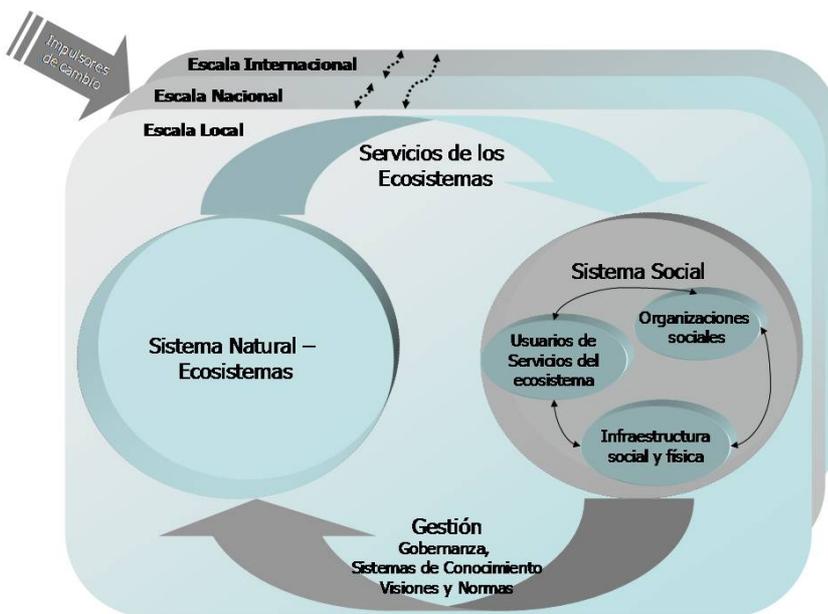


Fig. 3. Modelo conceptual usado para describir la estructura e interacciones en el sistema socioecológico Ciénaga Grande de Santa Marta (Modificado de Anderies et al. 2004 y Berkes et al. 2003).

Existen otras características en el funcionamiento de los sistemas socio-económicos y naturales acoplados que deben incluirse en la toma de decisiones:

- Efectos diferidos geográfica y temporalmente.

Las consecuencias de las afectaciones a un ecosistema de hoy puede que sean observables recién en un futuro incierto o en otro lugar al del origen de la perturbación. Por otro lado, la creciente globalización aumenta la cantidad de las interrelaciones y retroalimentaciones.

- Relaciones no lineales – sinergias

Intuitivamente se tiende a pensar que existe una relación directa y lineal entre las perturbaciones de origen humano y sus consecuencias en los ecosistemas. Sin embargo, la existencia de múltiples equilibrios y de umbrales entre uno y otro constituyen un desafío ineludible en la toma de decisiones.

- Irreversibilidad, umbral y cambio de régimen (*regimen shift*)

El cruzar un umbral también nos confronta con el fenómeno de la irreversibilidad. La intuición nos hace pensar que toda evolución es reversible y todo estado es recuperable. Sin embargo, una vez que se produjo el pasaje de un estado al otro, puede ser que la vuelta al régimen anterior sea imposible. La distancia entre ambos es llamada histéresis (Taleb 2009). Esta distancia puede ser utilizada como la medida de resistencia al cambio y aplicada a fenómenos sociales.

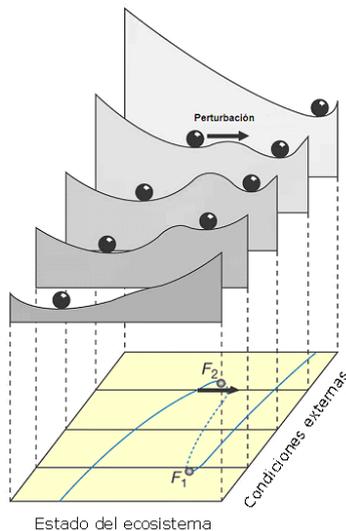


Fig. 4. Representación gráfica del modelo matemático de estados alternativos. Es interesante destacar como en un rango intermedio de concentración de nutrientes el sistema puede presentar estados muy diferentes, por ejemplo baja o elevada cobertura de plantas sumergidas, baja o alta biomasa microalgal. Fuente: Scheffer et al. 2001.

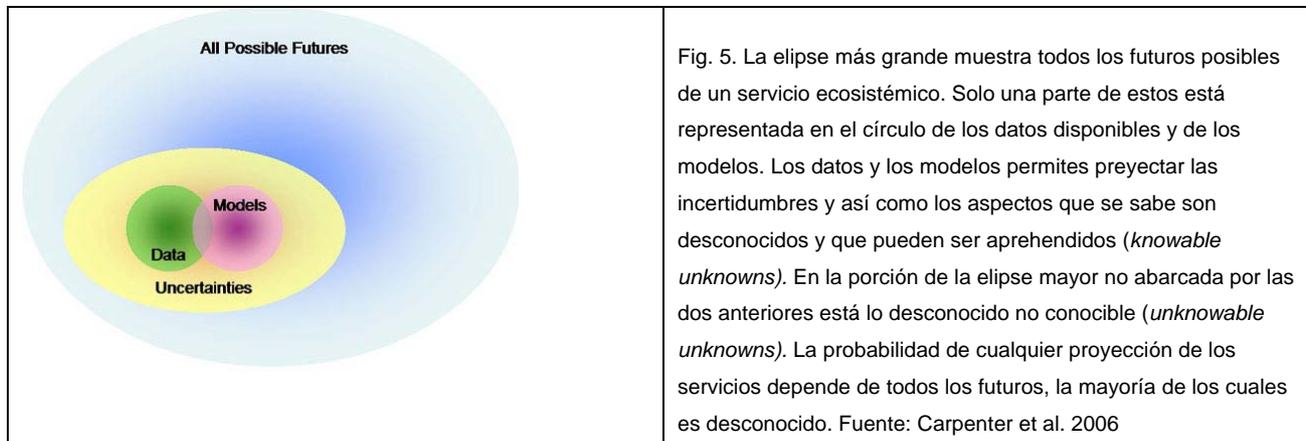
- Escala – unidad de medida y unidad de representación

En el estudio y la gerencia de los sistemas socio-económicos y naturales acoplados aparecen múltiples escalas de medida y de representación. La correcta evaluación de los problemas y el diseño de una estrategia de manejo, solamente serán posibles teniendo en cuenta las diferentes escalas temporales que actúan simultáneamente. Las dinámicas ecosistémicas son el producto de varias escalas temporales. Los índices de los procesos ecosistémicos cambian constantemente debido a las fluctuaciones en el ambiente y en las actividades de los organismos en escalas de tiempo de milisegundos hasta millones de años (Chapin et al. 2002). Las sociedades y sus ecosistemas, el conjunto de los biotopos y de los medios físicos en los que están insertos y de los que obtienen sus recursos, forman conjuntos vivos e interactivos. Existe un tiempo ecológico en la historia, junto al tiempo económico, cultural, político, entre otros (Deleage 1991).

- Incertidumbre y sorpresa

La disponibilidad de los servicios ecosistémicos estará asegurada en el futuro solamente si existe entre los tomadores de decisión una comprensión profunda del funcionamiento de los ecosistemas y un consenso básico respecto a responsabilidades y prioridades. En los procesos de toma de decisión se deberán incorporar los conocimientos científicos disponibles, lo que constituye un desafío complejo por la utilización no solamente de nuevas terminologías sino también de sistemas de pensamiento diferentes entre la academia y los operadores. Este diálogo ocasionará inevitables tensiones entre el conocimiento científico y las urgencias provenientes de la agenda política. Para la academia el principal desafío será proveer a los operadores de información en formato adecuado a la urgencia e importancia de las decisiones. El esfuerzo de los operadores deberá por lo tanto centrarse en la articulación de las demandas de los usuarios actuales

con las disponibilidades futuras de los servicios. Esto llevará a conflictos por el uso que deberán ser resueltos en un área, aún por desarrollar, de diálogo de la ciencia con la política. Finalmente ambos lados deberán tomar conciencia de la incertidumbre tanto respecto a los conocimientos disponibles como respecto a los que todavía no lo son (*unknown unknowns*) (Barrow 1999, Carpenter et al. 2006).



La inclusión de los conceptos citados en la toma de decisiones constituye el mayor desafío intelectual para la comprensión de los procesos y su comunicación a los operadores, algunos de los cuales carecen de formación científica. Significa desafiar mecanismos socioeconómicos basados en consensos políticos entre grupos generalmente difusos de beneficiarios de los servicios ecosistémicos, y grupos pequeños y bien organizados de “afectadores” de los mismos. Dichos consensos pueden ser viables desde la perspectiva política, pero no aseguran la disponibilidad futura de los servicios ecosistémicos (Scheffer et al. 2000).

El paradigma hegemónico del crecimiento económico determina una forma de manejo de los ecosistemas que ignora las consecuencias de las actividades humanas, externaliza los costos en caso de que éstos sean notorios, o desarrolla una estrategia de estabilización de procesos ecológicos claves (con propósitos económicos o sociales) que determinan la pérdida de resiliencia (Liu et al. 2007, Schepelmann et al. 2010). Este paradigma parte de la base de la ausencia de límites para la apropiación y explotación de la naturaleza por parte de los seres humanos. El crecimiento económico, es decir el aumento de la producción, constituye el objetivo primordial, ya que es la única forma de responder al aumento de la demanda de servicios por parte una población creciente. El principal indicador de la consecución de dicho objetivo es el Producto Bruto Interno (PBI), que engloba el valor de todos los bienes y servicios producidos a lo largo de un período determinado. Dicho indicador es criticado desde el punto de vista social por no integrar las condiciones de la producción, la equidad en la distribución de los productos, ni distinguir si los productos o servicios en sí mismos son convenientes o no para el bienestar humano. Desde el punto de vista ecosistémico este indicador es cuestionable por jerarquizar resultados a corto plazo, por considerar producción a lo que en realidad es una actividad extractiva y por no respetar los límites inherentes al funcionamiento de los ecosistemas (Folke et al. 2007, Schepelmann et al. 2010).

El crecimiento ilimitado carece de mecanismos de retroalimentación negativa por lo que la disminución de la disponibilidad de un bien o servicio en vez de poner en marcha la moderación, aumenta su valor

marginal y acelera aun más su agotamiento. Este modelo parte de la base que los procesos ecológicos que sostienen el desarrollo económico persisten, esto limita la capacidad de percepción y de alerta de señales de vulnerabilidad por parte de las sociedades humanas, generando al mismo tiempo respuestas lentas frente a nuevos cambios ambientales (Holling 2004).

Las consecuencias no deseadas del proceso productivo son externalizadas, se trata del agotamiento del recurso mismo que está siendo explotado, de la perturbación de ecosistemas cercanos a la actividad productiva, o de la generación de residuos. De acuerdo a la visión económica hegemónica todos estos problemas serían regulados o compensados por los mecanismos del mercado. Sin embargo, el mercado es incapaz de enfrentar temas de equidad intra o intergeneracional (Folke 2007), ni de aminorar o evitar las consecuencias de una actividad determinada que pueden presentarse diferidas geográficamente. Así es que las consecuencias de una actividad productiva de hoy puede originar una limitación de la disponibilidad de un servicio ecosistémico en el futuro. Estas características actuales de los sistemas naturales y humanos han motivado la búsqueda de mecanismos extra mercado que permitirían disminuir los impactos ambientales, como por ejemplo cargas impositivas crecientes según el impacto ambiental, incentivos a actividades de bajo impacto, o directrices de implementación voluntaria para el aseguramiento de la calidad ambiental (Normas ISO 14000). A pesar de la extensión de dichos mecanismos, en la actividad económica prevalece una visión cortoplacista y la precaución frente a los nuevos emprendimientos es vista como una imposición externa a la racionalidad económica y por lo tanto ajena al ideal de progreso y desarrollo.

Si bien el desarrollo tecnológico permitió aumentar la eficiencia en la explotación de los servicios ecosistémicos, resolver problemas operativos y mejorar en muchos sentidos la calidad de vida de los seres humanos, en última instancia este desarrollo y la vida humana misma siguen dependiendo de los servicios ecosistémicos que proporciona la biósfera (Bennett & Balvanera 2007). La fuerte interconexión de los sistemas naturales y sociales hace que su estudio por separado tenga un significado limitado (*Aussagekraft*). Por un lado los sistemas ecológicos constituyen la base y los límites del desarrollo de los sistemas humanos. Por otro, la creciente globalización y la apropiación de la biósfera por parte de los seres humanos (Vitousek et al. 1986) colocan al ser humano como origen de las mayores perturbaciones en el funcionamiento de los ecosistemas. La gerencia sustentable de los ecosistemas y de sus servicios pasa entonces a estar indisolublemente unida a la de los sistemas sociales y la comprensión de su funcionamiento es ineludible en el diseño de cualquier plan de gerencia y desarrollo social.

La visión hegemónica del crecimiento valora los bienes comercializables en el mercado mientras que externaliza las consecuencias de su producción. Mientras que los beneficiarios de las actividades en cuestión constituyen grupos determinados con posibilidades de expresarse electoralmente o como lobby, los perjudicados por las pérdidas de los servicios de regulación o de base se diluyen geográfica y temporalmente.

La aproximación ecosistémica implica el reconocimiento de los problemas como consecuencia de una evolución histórica. Uno de los avances conceptuales más importantes en la ecología ecosistémica fue el

reconocimiento creciente de la importancia de los sucesos pasados y de las fuerzas externas en la conformación actual de los ecosistemas. Desde esta perspectiva de no equilibrio reconocemos que la mayoría de los ecosistemas exhiben ganancias y pérdidas, sus dinámicas están influenciadas por factores tanto externos como internos, no presentan un equilibrio estable, el disturbio es un componente natural de sus dinámicas, y las actividades humanas tienen una influencia persistente (Walker et al. 2006). La dificultad principal, obvia, pero no por eso menos cierta, es que es relativamente fácil determinar las causas o correlaciones hacia atrás pero mucho más difícil diseñar una estrategia adecuada anticipadora de conflictos socio ambientales y que permita poner a disposición de los operadores información precisa y actual que mejore la calidad de sus decisiones respecto al aseguramiento de funciones clave de una ecosistema. En la administración de los ecosistemas es particularmente evidente que las decisiones no tomadas hoy pueden ser las causas de pérdidas de opciones en el futuro.

Finalmente cabe llamar la atención sobre los problemas que presenta el uso colectivo de un recurso finito, presentado hace años como “La tragedia de los comunes” (Hardin 1968). En dicho trabajo el autor dice que el acceso de muchos a un recurso limitado puede llevar a su agotamiento irreversible ya que cada usuario utilizará el recurso de acuerdo a su derecho particular y de acuerdo a su conveniencia sin tener en cuenta los límites.

## **1.2. Resiliencia**

Se trata de un concepto crítico en la evaluación de los ecosistemas y de su manejo. Puede ser entendida de dos formas:

- Persistencia de relaciones dentro de un sistema y capacidad del mismo de absorber cambios de variables de estado, de variables (*driving forces*) y de parámetros, y seguir existiendo (Schepelmann et al. 2010).
- La amplitud del dominio de estabilidad o la intensidad del disturbio que un sistema absorbe antes de cambiar a una configuración alternativa.

La diferencia consiste en que el sistema retorne al estado previo a la perturbación o se reconfigure.

En lagunas someras, como la del Sauce, están estudiados dos estados alternativos de equilibrio: agua clara con vegetación sumergida o agua turbia con fitoplancton (Gunderson 2010). Al tratarse de una fuente de agua potable, la estrategia de manejo está orientada a la conservación del primer estado y a evitar el segundo. Como el ecosistema varía en el tiempo de acuerdo a trayectorias inciertas, la gerencia debe orientarse a la adaptación y al aprendizaje constante a partir de las señales del sistema antes que el control de elementos clave de un sistema pueden erosionar su resiliencia (Folke et al. 2005, Gunderson 2010, von Korff et al. 2010). La gerencia adaptativa se centra en mantener e incluso fortalecer la resiliencia, es decir la capacidad del propio sistema de recuperación de las perturbaciones.

## **1.3. Incertidumbre**

La naturaleza de los sistemas complejos presenta limitaciones a nuestra capacidad de entender, predecir y controlar servicios ecosistémicos (Biggs et al. 2010). Los procesos de toma de decisión respecto

al manejo de un ecosistema se producen, por lo tanto, en un contexto de incertidumbre. Esta incertidumbre refiere a varios componentes de dichos procesos (Olson & Folke 2004).

En primer lugar es incierto el funcionamiento de los ecosistemas ya que es probable que se desconozcan algunos sus componentes y interrelaciones. Esto es crítico ya que un sistema complejo está definido más por las interacciones de sus partes constitutivas que por las partes en sí mismas. Las interacciones dan lugar a propiedades que no pueden ser predichas a partir de las partes individuales (Biggs et al. 2010).

Existe también incertidumbre respecto a las fuentes de las perturbaciones y a las interacciones de dichas fuentes entre sí. Por esta razón la evaluación del conjunto de las perturbaciones, es decir de su impacto acumulado no podrá ser cuantificada más que de forma aproximada. El balance de los conflictos entre la provisión de insumos y materias primas, y la valoración de los ecosistemas por su satisfacer de oportunidades recreativas, control de erosión y hábitat de múltiples especies constituye el mayor desafío para los sistemas contemporáneos de producción (Biggs et al. 2010).

Es incierta también la ubicación exacta de un umbral entre dos estados de un ecosistema. Se puede presumir la existencia del umbral, pero es prácticamente imposible definir su ubicación con exactitud salvo en el momento en el que se lo traspasa y se produce el cambio. Esto generalmente es indeseable o perjudicial, por implicar pérdida de funciones o de biodiversidad, o porque significa una disminución de su resiliencia. Tampoco existe la posibilidad de experimentar porque los ecosistemas son por definición, únicos e irrepetibles, y probablemente insustituibles. En el estudio de su funcionamiento, la evaluación de los impactos a que están sometidos y las trayectorias posibles serán siempre de aproximaciones de incierta precisión.

La incertidumbre también aplica a los efectos diferidos temporal y geográficamente. En los sistemas complejos no se puede partir de la base de trayectorias lineales sino que por el contrario de la existencia de saltos y cambios de composición y funcionamiento. Estos cambios puede ser repentinos y abruptos, o lentos y escalonados, pero son casi siempre imprevisibles (Folke et al. 2005, Carpenter et al. 2006). En el primer caso el efecto será más notorio, mientras que en el segundo el proceso de cambio podría ser difícilmente percible por los observadores con formación científica y menos aun por la sociedad en general. De ahí la sorpresa cuando se producen los cambios y la frecuente falta de previsión respecto a los mismos (Taleb 2009).

Finalmente, la incertidumbre refiere a los conocimientos disponibles y a la comprensión de los mismos. La rápida evolución de la investigación científica llama a una actitud prudente e incluso escéptica respecto al alcance y la exactitud de los conocimientos actuales. Hay abundantes ejemplos que las certezas de hoy devienen en incertidumbres de forma abrupta e incluso caótica (Taleb 2009). De la misma forma que son desconocidas las trayectorias y los umbrales de los sistemas y la exactitud de los conocimientos disponibles, lo es la amplitud de lo todavía no conocido ni previsto. Se llama "desconocido desconocido"

(*unknown unknown*) a aquellas circunstancias no previstas o concebidas por un observador en cierto momento (Barrow 1999, Carpenter et al. 2006).

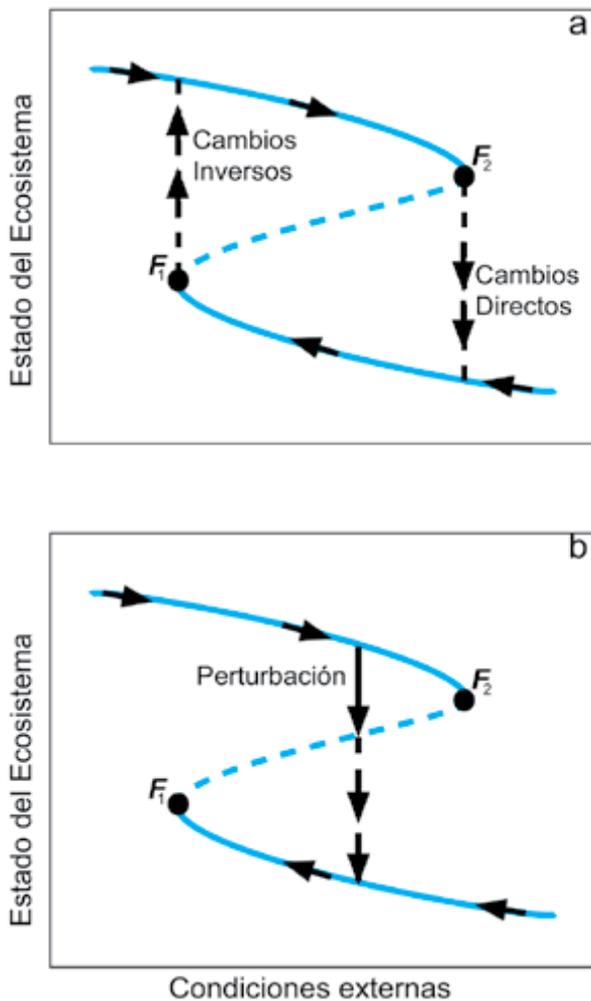


Fig. 6.

(a) Cambios directos e inversos del ecosistema.

(b) Transición crítica inducida por una perturbación. La figura puede representar la variación de la cobertura de plantas sumergidas (estado del ecosistema) en función del aporte externo de nutrientes (condiciones externas). Este modelo gráfico nos indica que si el aporte externo de nutrientes se incrementa en el tiempo la vegetación sumergida desaparecerá bruscamente, probablemente las microalgas o cianobacterias dominaran la producción primaria del sistema. El modelo también sugiere que recuperar el sistema requiere alcanzar niveles de aportes externos de nutrientes sustancialmente menores ( $F_1$ ) a los que desencadenaron el cambio brusco ( $F_2$ ). Algunos sistemas pueden presentar una considerable resiliencia al aumento de la carga externa de nutrientes, por ejemplo Laguna del Diario, en algunos sistemas es necesario una fuerte perturbación adicional (por ejemplo aporte de herbicidas) al aumento de la carga externa de nutrientes para que ocurra un reemplazo de estados alternativos. Fuente: Scheffer et al. 2001.

Este conjunto de incertidumbres acompañan el devenir de la sociedad y muestran la fragilidad del paradigma de avance infrenable de la ciencia hacia certidumbres cada vez mayores (Bruckner 2003) y de que “comprenderlo es predecirlo todo” (Lindley 2008). Desde la Edad Media se reconoce la necesidad de la regularidad en la Naturaleza para que la inducción tenga validez (Marcos 2010, página 39). Pero la presencia de eventos extremos, inesperados y de umbrales que traspadas implican un cambio de régimen parecen “sustentar con fuerza la convicción de que existe una diferencia entre la física y la matemática en cuanto al grado de certidumbre”. El fracaso en la obtención de certeza, o más bien la conciencia de que un margen de incertidumbre es inevitable (Folke et al. 2005, Marcos 2010, página 40), desafía a la ciencia. Tal vez sea el momento de sustituir la visión tradicional de proveedora de certidumbres incontestables, por la de productora de un conocimiento riguroso y objetivo, y la difusión del mismo (Bruckner 2003, Agazzi citado en Marcos 2010).

A la luz de la incertidumbre respecto a las consecuencias del accionar humano, en particular cuando dichas consecuencias revistan el carácter de irreversibles y se manifiesten en espacios temporales y geográficos diferentes a los de la toma de decisión, introduce la necesidad de la prudencia. El concepto de prudencia es extraído de un ámbito donde no se espera la certeza absoluta pero tampoco se dejan las decisiones en manos del mero arbitrio o de la imposición. Si reconocemos la propia ciencia como acción humana, podremos entender e integrar la racionalidad científica (Marcos 2010).

Por el contrario parece necesaria una actitud cautelosa en los procesos de toma de decisión en general, y en particular cuando refieren a intervenciones en ecosistemas. El problema es que la prudencia es generalmente producto de experiencias pasadas que le permiten al tomador de decisiones recurrir a los conocimientos producto de dichas experiencias concretas. La gestión humana es un incesante proceso de prueba y error por lo que las mejoras se producen en forma iterativa (Berkes et al. 2000, von Korff et al. 2010). El progreso humano sería la implementación de artefactos y prácticas que como resumen de infinidad de ensayos y errores a lo largo del tiempo garantizan una mayor y más segura satisfacción de las necesidades humanas. Sin embargo, la historia de la Humanidad presenta ejemplos de cambios abruptos en el comportamiento del ambiente que tuvieron como consecuencia el colapso de civilizaciones. Sea por errores de gestión o por falta de previsión estos colapsos produjeron situaciones de las que una determinada civilización o cultura nunca pudo recuperarse (Diamond 2005, Abel et al. 2006). Muchos de estos colapsos son directamente atribuibles al manejo inadecuado de sistemas complejos los llevó a un estado en que ya no proveían a los beneficiarios de los servicios ecosistémicos indispensables para su estilo de vida. Las consecuencias fueron migraciones o conflictos por el acceso y el uso de recursos cada vez más escasos. Estos ejemplos históricos confrontan con el problema de la gestión de un recurso único, no renovable y no sustituible cuya resiliencia está ya disminuida por causas de origen humano o natural. No hay tiempo para que la sociedad, a través de muchos experimentos, llegue a un óptimo y corrija los manejos inadecuados a partir de las señales desde el ecosistema. En este caso, la prudencia no puede basarse en la experiencia sino en una actitud previa a la misma, que incorpore la probabilidad del evento sorpresa y la incertidumbre respecto al momento de su ocurrencia (Taleb 2009).

Sorpresa ecológica es un desacuerdo cualitativo entre la conducta de un ecosistema y las expectativas respecto a dicha conducta. Las sorpresas en la interacción entre sociedad y tecnología o entre la sociedad y el medio pueden ser clasificadas en: eventos inesperados discretos, discontinuidades en tendencias a largo plazo y emergencia de nueva información (Liu et al. 2007). En procesos complejos y por lo tanto de trayectoria incierta por definición, no es posible adquirir experiencia más que a partir de eventos indeseables o incluso catastróficos. La prudencia se expresará entonces en medidas preventivas, cuando refiere a eventos conocidos, pero de ocurrencia impredecible, o en medidas precautorias cuando refiere a eventos de características, consecuencias y frecuencia totalmente desconocidos.

## 2. El caso de estudio: Laguna del Sauce

La Laguna del Sauce ( $34^{\circ}43'S$ ,  $55^{\circ}13'W$ ), ubicada en el Departamento de Maldonado (Uruguay), conforma un sistema de tres lagunas conectadas: del Sauce (4045 ha), de los Cisnes (205 ha) y del Potrero (411 ha) (Fig. 1).



Fig. 7. Localización de Laguna del Sauce y cuerpos de agua asociados.

La cuenca de drenaje es de aproximadamente 538 km<sup>2</sup>, el volumen útil de extracción es aproximadamente 0.5 hm<sup>3</sup> por día. Es un sistema somero (profundidad máxima: 5 m) y es la principal fuente de extracción de agua para consumo de una de las zonas turísticas más importante del país (Punta del Este, Maldonado, Piriápolis, Pan de Azúcar y poblaciones aledañas). Su cuenca ha adquirido un gran valor inmobiliario en las últimas décadas y ha sido utilizada para emprendimientos de acuicultura (principalmente pejerrey *Odontestes bonaerensis*) desde la primera mitad del siglo XX (Rodríguez et al. en prensa).

El análisis y clasificación de la imágenes satelitales recientes (Landsat 5 del 11 de abril del 2009 que corresponde al path 223/084, suministrada por el INPE de Brasil), permiten identificar al menos 16 categorías de uso del suelo (Tabla 1). Para mapear los predios agropecuarios se utilizó el parcelario rural y la información de DICOSE 2008 suministrada por el Sistema Nacional de Información Ganadera (Rodríguez et al. en prensa).

Tabla 1. Cobertura del suelo en términos de área y de porcentaje relativo en la cuenca de drenaje (Fuente MGAP, citado en Rodríguez et al. en prensa)

COBERTURA DEL SUELO	HECTÁREAS	%
Plantaciones de <i>Pinus</i>	659	0.9

Plantaciones de <i>Eucalyptus grandis</i>	141	0.2
Plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i>	6096	8.6
Otros montes de abrigo	972	1.4
Monte nativo	6788	9.6
Parque	430	0.6
Sub Total Área Forestación	15085	21.3
Cultivos cerealeros	1540	2.2
Rastrojos de cultivos recientes	1511	2.1
Hortifruticultura	451	0.6
Frutales y Olivos	95	0.1
Sub Total Área Agrícola		5.1
Campo natural regenerado	43229	61.1
Bañados y otros humedales	659	0.9
Espejo de agua	4269	6
Suelo con escasa vegetación o muy superficiales	3427	4.8
Centros poblados	432	0.6
Área turística	45	0.1
TOTAL	70743	100

La principal actividad agropecuaria es la ganadería de carne, le sigue en importancia la actividad forestal, ésta está mayormente incluida junto a la actividad pecuaria, en tanto que la actividad lechera actualmente es mínima (Fig. 2). La mayoría de los predios son criadores (44 % de vacas de cría/stock), tienen una baja proporción de ovinos (0,6 de relación l/v), una dotación normal con un bajo porcentaje de área mejorada y una baja tasa de procreos que caracteriza a esta zona como de producción extensiva.

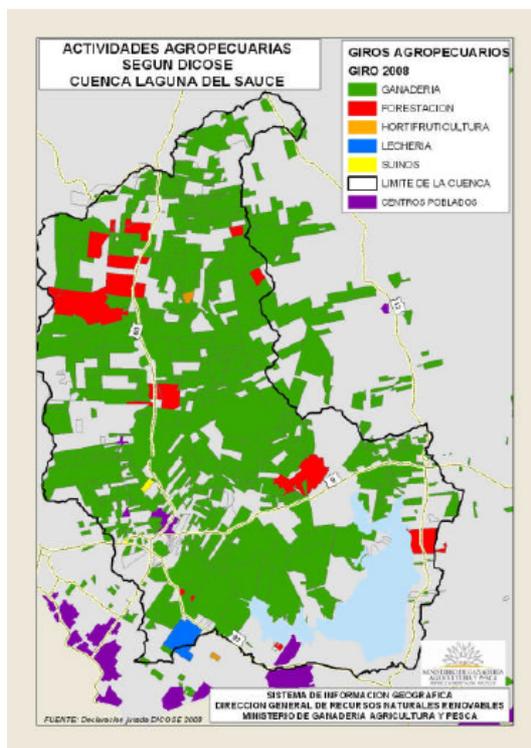


Fig. 8. Distribución espacial de las principales actividades agropecuarias de la cuenca.

La aptitud de suelos de la cuenca bajo uso agrícola se indica en la Tabla 2. De acuerdo a la información recaba es importante destacar que todas las tierras cultivadas con fines agrícolas tienen severos riesgos de erosión, solo un 24 % son consideradas como tierras cultivables, el resto posee una baja aptitud agrícola con un desempeño pobre para la producción.

Tabla 2. Aptitud general del uso del suelo y su tamaño relativo en función del área de la cuenca (Fuente MGAP, citado en Rodríguez et al. en prensa)

%	Aptitud general del uso del suelo
24.1	Tierras cultivables, severas limitaciones de erosión y moderada disponibilidad de agua.
53.4	Tierras aptas para pasturas pero con muy severa limitaciones para otros cultivos, severas limitaciones de erosión, baja disponibilidad de agua y eventualmente baja disponibilidad de oxígeno.
18.1	Tierras aptas para pasturas y forestación, severas limitaciones de erosión, condiciones de enraizamiento deficitaria y baja disponibilidad de agua.
3.8	Tierras no cultivables, inundaciones y baja disponibilidad de oxígeno.
0.7	Tierras de reserva de natural.
100	

El procesamiento de imágenes permite detectar la presencia de la forestación con aproximadamente 2

años de plantada, por lo que se estaría computando la correspondiente al año 2007. A su vez la misma se refiere al área efectiva u ocupada realmente por árboles. Aproximadamente el 30 % de los suelos con prioridad forestal están plantados con bosques de rendimiento o de destino comercial, se estima que esta actividad pueda expandirse en el futuro ocupando entre un 30- 40 % adicional de los suelos con prioridad forestal (alrededor de 12.000 has). Se estima que un 73% de las plantaciones de *Eucalyptus* se ubican sobre suelos de prioridad forestal (Rodríguez et al. en prensa).

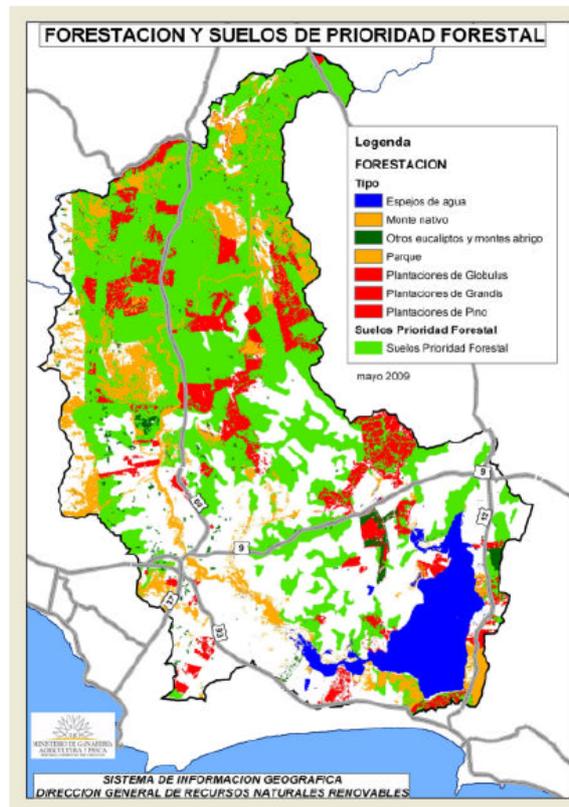


Fig. 9. Distribución espacial de la forestación y suelos de prioridad forestal en la cuenca de Laguna del Sauce (Rodríguez et al. en prensa)

## Clasificación de los cuerpos de agua (DECRETO 253/79)

Artículo 3 - Los cursos o cuerpos de agua del País se clasificarán según sus usos preponderantes actuales o potenciales en cuatro clases de acuerdo a lo siguiente:

### CLASE 1

Aguas destinadas o que puedan ser destinadas al abastecimiento de agua potable a poblaciones con tratamiento convencional.

### CLASE 2

a) Aguas destinadas al riego de hortalizas o plantas frutícolas u otros cultivos destinados al consumo humano en su forma natural, cuando éstas son usadas a través de sistemas de riego que provocan el mojado del producto.

b) Aguas destinadas a recreación por contacto directo con el cuerpo humano.

**CLASE 3**

Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.

**CLASE 4**

Aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma.

## 2.1. *Proceso de eutrofización*

Desde el año 1960 se registra la presencia de floraciones de microalgas potencialmente tóxicas (cianobacterias). Investigaciones realizadas en diferentes períodos por mandato de la OSE concuerdan en las marcadas condiciones de eutrofia de este sistema (OSE-VIAK 1990; SEINCO 1993).

La empresa URAGUA S.A. realizó el estudio más reciente en términos de la evaluación de la entrada de nutrientes, llevando a cabo una serie de estimaciones a partir de datos existentes y de la aplicación de modelos para la determinación del estado trófico. Estos trabajos concuerdan en que las actividades agrícola-ganaderas estarían contribuyendo con la mayor parte de la carga externa que llega a este sistema así como en su marcado grado de eutrofia.

Informaciones más recientes (Evaluación de la calidad del agua de la Laguna del Cauce y su relación con la carga interna y externa de nutrientes (Proyecto CSIC 2007- 2009) y Plan de Gestión Integrada de Laguna Del Sauce (Maldonado, Uruguay, Proyecto PDT 2007 -2010) confirman que la Laguna del Sauce es un sistema eutrófico, que se encuentra en un proceso acelerado de eutrofización a partir de los últimos cien años. La construcción de la presa contribuyó sustancialmente a la aceleración del proceso. El aporte de nutrientes asociado al uso de fertilizantes, aportes de la ganadería y de asentamientos humanos ha sido retenido en gran medida en el sedimento, compartimento que funciona la mayor parte del tiempo como sumidero en las condiciones actuales. Las respuestas al fenómeno de eutrofización son de dos tipos en este sistema: floraciones microalgales o de cianobacterias y crecimiento excesivo de plantas sumergidas. Las floraciones fitoplanctónicas, principalmente de cianobacterias, presentan variaciones espaciales y temporales importantes que no pueden ser explicadas exclusivamente en función de la disponibilidad de nutrientes y temperatura, la disponibilidad de otros recursos (luz) y la baja presión de consumo o herbivoría condicionada por la estructura del zooplancton son factores claves en este proceso.

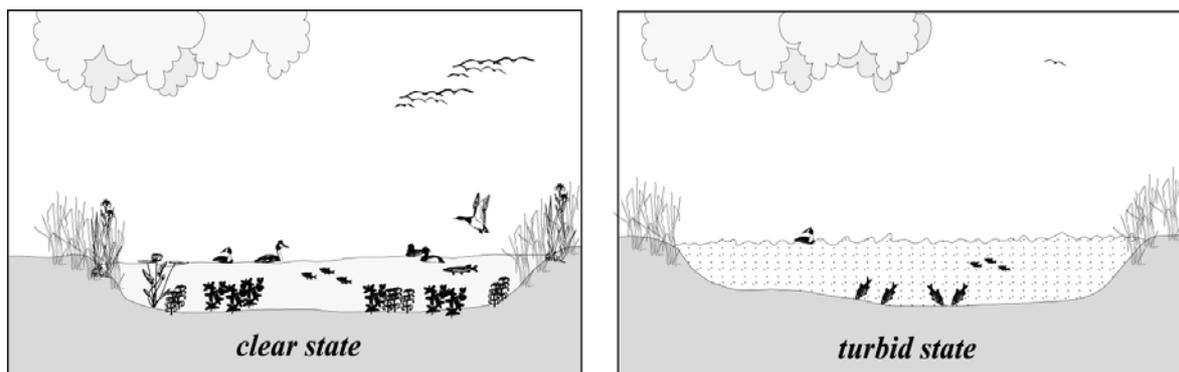


Fig. 10. Los estados claro y turbio no solamente difieren en las características físico-químicas indicadas, también presentan importantes diferencias en la diversidad de varias comunidades. Los estados tienen importancia también en función del uso del sistema. A modo de ejemplo, un estado turbio con floraciones de cianobacterias tóxicas es uno de los escenarios más desfavorable para un cuerpo de agua destinado al suministro de agua potable. Adaptado de Scheffer 1998.

## 2.2. Bases y directrices de un Plan de Gestión Integrada de la Cuenca

El Plan de Gestión Integrada de la Laguna del Sauce tiene como objetivo evitar el desarrollo masivo de microalgas y los problemas asociados al suministro de agua potable registrados actualmente, procurando asegurar un servicio de buena calidad y de menor costo económico.

La rehabilitación de este sistema, a efectos de asegurar un suministro de agua sin riesgos potenciales, implica eliminar las causas del proceso y mitigar las consecuencias adversas mientras desaparecen las causas. Entre las medidas sugeridas para eliminar las causas se destacan:

Asegurar la cobertura de saneamiento e instalación de sistemas terciarios en los principales conglomerados urbanos de la cuenca. En las zonas rurales y suburbanas es necesario exigir y regular la instalación de humedales artificiales acoplados a los pozos sépticos.

Controlar los aportes generados por la fertilización de jardines, la agricultura y la ganadería. Dentro de este componente se sugieren la creación de una zona de Suelo Rural Natural en el espacio limitado entre la Laguna, Ruta 12, Interbalnearia y Ruta 9. La principal actividad en esta área debe ser una ganadería extensiva sustentada exclusivamente en campo natural.

El Ordenamiento Territorial de la cuenca debe asegurar la protección de las principales zonas de humedales y bosques riparios de la cuenca. Esta medida resulta vital para crear una mayor resiliencia del sistema frente a los aportes externos de nutrientes o agrotóxicos.

Asegurar el actual rendimiento hidrológico de la cuenca, para ello es necesario sofisticar los actuales Planes de Ordenamiento Territorial basado exclusivamente en la aptitud del suelo.

Construir una nueva represa que permita la aplicación de técnicas de lavado, reduciendo la retención de nutrientes y la exportación de biomasa fitoplanctónica.

El manejo de las consecuencias adversas de la eutrofización conlleva la reducción de la pesca artesanal sobre los pescadores tope a efectos de aumentar indirectamente el consumo del fitoplancton. Para ello es necesario un complejo trabajo de mediano y largo plazo donde es necesario resolver diversos aspectos socio-económicos. En este campo resulta imprescindible la cooperación del MIDES y la DINARA.

### **2.3. Red de actores e interacciones**

Las bases y las directrices del Plan de Gestión se discutieron en un taller de dos días de duración en junio de 2009. En dicho taller participaron las siguientes instituciones del ámbito local:

- Intendencia Municipal de Maldonado – División Ambiental
- OSE Maldonado – Unión de Gestión Desconcentrada
- Oficina Regional de Suelos y Aguas del MGAP
- Vecinos y sociedad civil de Laguna del Sauce y su cuenca

y las siguientes del ámbito nacional:

- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)
  - Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA)
  - Dirección de Medio Ambiente (DINAMA)
  - Dirección de Ordenamiento Territorial (DINOT)
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)
  - Recursos renovables (RENARE)
  - Dirección Forestal
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPO)
  - Dirección Nacional de Hidrografía (DNH)
- Obras Sanitarias del Estado (OSE)
- Universidad de la República (UDELAR)
  - Facultad de Ciencias
  - Facultad de Arquitectura

Este taller permitió en primer lugar que los tomadores de decisión y la sociedad conocieran el estado actual de Laguna del Sauce y las posibles líneas de acción para asegurar en el futuro el suministro de agua. Es destacable que solamente participó un edil departamental, mientras que las instituciones nacionales estuvieron representadas por varios directores.

El taller dejó en evidencia que existe un amplio consenso en los siguientes puntos:

- El principal uso y destino del cuerpo de agua es la provisión de agua potable para el Departamento de Maldonado
- Se debe compatibilizar el uso del suelo de la cuenca con el suministro de agua potable.
- Es deseable y aceptada la participación de todas las instituciones presentes.

- La iniciativa está en el ámbito local y está coordinada por cargos técnicos sin responsabilidad política.
- El tema es tomado como de prioridad nacional (incluso mencionado por el presidente en su discurso de evaluación de la gestión de gobierno).

Estos factores determinan que el modelo seleccionado constituye un excelente ejemplo para el análisis de las hipótesis que se plantean a continuación. La ausencia de consenso sobre el uso principal de un ecosistema, a modo de ejemplo, dificulta el análisis de las barreras que limitan la aplicación de Planes de Gestión de otros recursos naturales. En el caso de estudio cabe concluir que el manejo inadecuado de este cuerpo de agua y su cuenca asociada puede reducir o limitar significativamente el suministro de agua potable y el desarrollo turístico de la zona en un futuro cercano. Asimismo, los problemas existentes en el proceso de potabilización aumentan sustancialmente los costos de producción. Por lo expuesto, es imprescindible una gestión integrada que compatibilice los usos productivos y recreacionales de la cuenca y del ecosistema acuático con el suministro de agua potable.

A partir del taller se implementaron reuniones de trabajo entre los tomadores de decisión y la academia y luego entre los tomadores de decisión de diferentes ámbitos. En esos ámbitos se constataron diferencias entre los tomadores del ámbito local y nacional en cuanto a las restricciones del uso del suelo, de las que derivaron dificultades en la implementación de las Directrices planteadas en el taller.

Las dificultades en estos procesos pueden obedecer a un conjunto de factores:

- **No disponibilidad de información científica adecuada**

Entre los tomadores de decisión de los ámbitos público y privado no hay posibilidades de acceder a la información científica relevante, ya sea porque dicha información no existe, o porque en caso de existir no es accesible.

- **Incomprensión de la información científica disponible**

Si bien la información está disponible y es de calidad, los tomadores de decisión no están capacitados para utilizarla de forma adecuada.

- **Ausencia o insuficiencia de instrumentos legales y jurídicos**

La normativa es insuficiente o que los responsables no disponen de los instrumentos para su aplicación.

- **Multiplicidad o falta de claridad en el marco institucional**

Hay demasiadas instituciones encargadas de la gestión del agua y no existe claridad en cuanto a las competencias de cada una tanto dentro de las instituciones como por parte de la ciudadanía.

- **Diferencias de intereses**

La colisión de intereses puede presentarse en forma explícita entre diferentes usuarios privados o entre éstos y el Estado. Como garante de la disponibilidad del recurso en el futuro, el Estado deberá también jugar un papel en el conflicto de intereses intergeneracional no explícito.

En el taller se mencionó la posibilidad de limitar el uso del suelo y se previó que esto seguramente ocasionaría reclamos por el lucro cesante por parte de los actores privados, tanto vecinos como empresarios. El Plan de Gestión debería sopesar entonces si la sociedad como conjunto debería responder a estos reclamos de los privados. Seguramente esta discusión llevaría a replantear el tema de las externalidades en el uso del agua de la Laguna y su internalización a través de impuestos generales o específicos a los usuarios y habitantes de la cuenca. Finalmente también se propuso analizar si el precio del agua que paga el consumidor no debería incluir dichas externalidades así como los costos inherentes al uso sustentable del recurso. A partir de las experiencias del taller se construyeron las hipótesis de la investigación.

En marzo de 2010 se realizó en la Intendencia Municipal de Maldonado un segundo taller con integración similar, en el que se presentó el Memorándum que incorporaba gran parte de las recomendaciones del primero que incluían la conformación de un Comité de Cuencas. Al finalizar dicho taller parecía inminente este paso para después de la instalación de las nuevas autoridades municipales. Sin embargo, la concreción de esta medida aparentemente unánime se postergó indefinidamente y es objeto de controversia. En el momento de presentación de este trabajo todavía no es conocido ni el momento de la instalación del Comité ni las competencias que finalmente tendrá.



Fig. 11. Imagen satelital de la laguna del Sauce en Google Earth

### 3. Hipótesis de trabajo

A partir de las conclusiones del taller se elaboraron hipótesis respecto a las barreras que limitan la conservación de los servicios ecosistémicos en general y a la implementación de un Plan de Gestión Integrada de Laguna del Sauce en particular. El manejo centralizado, sectorial y centrado en la gestión de expertos es considerado insuficiente para la gestión sustentable de ecosistemas que se caracterizan por ser complejos y de comportamiento incierto frente a perturbaciones. La identificación y la comprensión de las barreras que impiden la transformación del manejo de los ecosistemas se convierte en un objetivo ineludible (Biggs et al. 2010).

Como posibles barreras se identificaron:

- Falta de evidencia científica respecto al estado del objeto de estudio.
- Capacitación insuficiente de los operadores y personas vinculadas a la toma de decisión y gestión de los recursos hídricos en el país, que impide la comprensión de la información científica disponible actualmente.
- Limitado dominio del marco jurídico vigente.
- Multiplicidad de instituciones involucradas en la toma de decisión, a nivel nacional y departamental, con limitadas interacciones y no pautadas formalmente.
- Conflicto de intereses entre diferentes usuarios y/o beneficiarios en la cuenca.

En cada una de las barreras anteriormente citadas subyace:

- La tendencia a buscar consensos entre las partes involucradas que no necesariamente contemplan el funcionamiento del ecosistema (Scheffer et al. 2000).
- La mala gestión por descoordinación, competencia entre las instituciones y personas, o la falta de capacitación y de motivación de los funcionarios.



## 4. Objetivos

Los objetivos del trabajo son:

- Identificar los principales componentes del marco teórico expuesto que resultan desconocidos para las personas vinculadas directa e indirectamente en la toma de decisión o gestión del recurso hídrico.
- Identificar los aspectos más difíciles de comprender de la información científica generada y qué estrategias pueden revertir esta situación.
- Desarrollar estrategias que faciliten la comunicación de los conocimientos científicos a los operadores y tomadores de decisión (actividades de mitigación, prevención y detección).
- Detectar carencias en el marco jurídico actual, e identificar los mecanismos que imposibilitan el trabajo en red y cooperativo en las instituciones nacionales y departamentales.
- Conocer aquellas barreras económicas, jurídicas u operativas que limitan el control de las causas del proceso de deterioro de este cuerpo de agua.
- Profundizar la articulación de una red de trabajo entre todos los actores sociales e instituciones, a efectos de implementar el Plan de Gestión Integrada de la Laguna del Sauce.
- Contribuir al fortalecimiento de la institucionalidad existente.



## 5. Materiales y métodos

La investigación se basó en las siguientes fuentes:

- Literatura científica y jurídica relacionada con el tema (van der Brugge & van Raak 2007)
- Documentos relacionados con el modelo de estudio
- Participación en los talleres
- Entrevistas con informantes calificados

### 5.1. Entrevistas

Las entrevistas fueron realizadas de acuerdo a la modalidad semi estructurada. Los entrevistados fueron contactados directa o indirectamente para acordar un encuentro propuesto en principio de una hora. En todos los casos las personas contactadas accedieron de buen grado ya sea por una relación con el entrevistador, con el orientador, o con la Facultad de Ciencias. Esto incluye personas que desde el punto de vista técnico se sienten cuestionados por la academia.

La duración de las entrevistas fue generalmente de 60 a 90 minutos y en un solo caso de más de tres horas. Dentro de lo posible se realizaron en ambientes aislados que permitieran una cierta intimidad y sin interrupciones. En tres casos el entrevistado recibió al entrevistador en su casa. En varios de los casos estaba presente el orientador de la tesis.

A partir de una reunión preparatoria de la metodología con un miembro del tribunal (Dra. Verónica Filardo) se desechó la posibilidad de hacer cuestionarios, encuestas o entrevistas estructuradas, y se optó por el formato de entrevista semiestructurada. El énfasis debía estar en el entrevistado quien protagonizó el recorrido y marcó el ritmo según su disponibilidad de tiempo y su apertura al tema. Este formato permite a los entrevistados el relacionarse con su comprensión de las conexiones entre eventos desde sus marcos mentales propios más que desde un marco teórico de innovación social. Como guía de trabajo se preparó una serie de temas o conceptos relevantes a ser explorados, pero la idea era que el entrevistado llegara a ellos a partir de un relato propio (Biggs et al. 2010). Solamente en caso de no mencionar uno de dichos puntos se realizaba una pregunta concreta. La estrategia fue de no interrumpir en ningún caso el relato del entrevistado para evitar que a partir de su libre asociación transmitiera no solamente sus conocimientos del tema sino que describiera explícitamente o ilustrara en forma implícita las redes formales e informales a las que pertenece.

### 5.2. Guía para la entrevistas

#### 5.2.1. Sobre la persona

##### 1 - ¿Cuál es la formación de origen?

Formación universitaria

Cursos de especialización

Autodidacta

Otros

**2 - ¿Cuál es su puesto (cargo) en la institución?**

Funcionario del Estado

Becario

Contrato a término

Voluntario

Otros

**3 - ¿Dónde vive? ¿Qué relación geográfica, profesional u otra tiene con el tema?**

Vecino de la Laguna

Funcionario local

Miembro de ONG

Profesional independiente

Otro vínculo

**4 - ¿Conoce (tuvo acceso) los informes técnicos sobre la laguna?**

¿Cuáles?

Trata de mejorar sus conocimientos.

Está interesado en participar y/o organizar talleres para operadores.

**5 - ¿Asistió (o sabe) a alguno de los talleres realizados en 2009 y 2010? En ese caso qué resultado obtuvo?**

Aprendizaje

Mejoramiento de comunicación

Contacto con personas

Fortalecimiento de redes

**5.2.2. Sobre los conocimientos del problema**

**6 - ¿Conoce el problema de eutrofización de la laguna del Sauce y las posibilidades que dicho problema afecte la fuente de agua potable en el futuro?**

**7 - ¿Qué nivel de prioridad (entre los ambientales) le adjudica al problema de la Laguna?**

**8 - ¿Cómo evalúa el tiempo disponible para revertir la situación (y evolución)?**

**9 - ¿Qué importancia tiene la institución suya en la solución del problema?**

**10 - ¿Qué papel tiene el ordenamiento territorial de la cuenca?**

Comprensión entre el uso (y el cambio de uso) del suelo y los problemas de calidad de agua asociados. ¿Qué rol le adjudica a la cobertura de saneamiento?

**11 - ¿Qué rol le adjudica a la pesca artesanal?**

¿Conoce las especies y sus roles en la cadena trófica (predador tope)?

**5.2.3. Sobre la gestión actual del recurso (política)**

**12 - ¿Cuál es su opinión respecto a la articulación entre la gestión del ámbito local y el nacional?**

**13 - En Uruguay hay multiplicidad de oficinas y direcciones con injerencia en la administración y gestión del agua**

¿Qué dificultades ve al respecto?

¿La falta de coordinación es estructural o de voluntad de los técnicos?

**14 - ¿Qué papel (contribución) le adjudica al componente científico (investigación)?**

¿Cómo ve los vínculos entre el mundo académico y el ámbito de la toma de decisión y el político en el Uruguay?

¿El “divorcio” es por desconocimiento (al comienzo) o al final (incapacidad de implementar medidas adecuadas, aun sabiendo lo importante que son)?

**15 - ¿Conoce el nuevo marco legal de Ordenamiento Territorial?**

¿El nuevo marco legal es favorable para instrumentar los planes de ordenamiento territorial?

¿Cómo valora la Ley de Conservación de Suelos y de Aguas aprobada hace décadas en el Uruguay?

**16 - ¿Cuáles son los escenarios futuros para el Uruguay (para los recursos hídricos)?**

¿Maneja el concepto de escenario (no igual a predicción)?

¿Qué escenarios prevé con o sin intervención?

**5.2.4. Propuestas**

**17 -Cuál sería en su opinión la medida más efectiva para revertir el proceso?**

Limitar uso de la tierra

Implementar autoridades de cuenca

Mejorar o complementar el marco jurídico

Mejorar fiscalización del cumplimiento

Capacitación de tomadores de decisión

**18 - En caso de restricciones en el uso del suelo, ¿qué mecanismos de compensación serían pertinentes y posibles?**

¿Desde el punto de vista jurídico existen posibilidades de restringir el uso de la tierra en Uruguay?

**19 - ¿Qué mecanismos debería haber para aumentar la comunicación entre los técnicos y los tomadores de decisión?****5.3. Descripción de las entrevistas**

Las entrevistas fueron acordadas telefónicamente o por correo electrónico directamente con el entrevistado o con su secretaria. En casi todos los casos el entrevistado conocía la maestría, al entrevistador o al docente. La atmósfera fue de buena a muy buena en todos los casos, pero se constataron variaciones en la apertura a conversar del tema, que osciló entre una apertura total a cualquier pregunta y disponibilidad temporal generosa a una actitud más precavida. Las principales limitantes en el desarrollo de las entrevistas fueron:

- Cercanía física o acústica de personas que inhibían al entrevistado
- Actitud defensiva frente al entrevistador posiblemente debidas a inseguridad por la confrontación con el aspectos del conocimiento científico desconocidos
- Limitación de tiempo y/o interrupciones

En este punto es significativo el hecho que el ministro se haya tomado más de una hora a pesar de una agenda muy ajustada. Es destacable también que se haya preparado para la entrevista pidiéndole a su asesor ambiental un memorándum confeccionado especialmente para esa ocasión.

Algunos de los entrevistados admitieron explícitamente no haber conocido previamente la gravedad de la situación del objeto del estudio y de algunos de los conceptos técnicos manejados. En particular hubo interés por el concepto de resiliencia y el de incertidumbre que en algunos casos no eran nombrados aunque sí descritos correctamente en términos más o menos coloquiales.

En todos los casos se aseguró al entrevistado que la grabación tenía como único fin el ayudar a recordar detalles y que no sería utilizada para otros fines. Se informó también que las citas no serían hechas con el nombre del citado sino de forma general. En ningún caso el entrevistador tuvo la impresión que el entrevistado estuviera mintiendo o reteniendo información intencionalmente aunque en algunos casos se observó una actitud muy cautelosa o poco espontánea, tal vez como consecuencia de la grabación. Ningún entrevistado se resistió a la grabación, pero algunos hicieron declaraciones más agudas o comprometidas después de apagado el micrófono.

La entrevista comenzaba en todos los casos con una breve presentación del entrevistador, del caso de estudio en el trabajo de tesis y de las hipótesis de trabajo manejadas como punto de partida:

- Desde 1989 se realizaron tres diagnósticos sobre Laguna del Sauce que son congruentes en cuanto a la identificación de un proceso de eutrofización acelerado del cuerpo de agua.
- Todas las partes involucradas en la gestión (estatal y privada) están de acuerdo sobre el principal uso de este ecosistema (fuente de agua potable para el departamento de Maldonado) y de la importancia estratégica del mismo.

- Sin embargo, existen dificultades en la implementación del Plan integrado de gestión de este recurso hídrico y su cuenca asociada.
- El motivo de la entrevista es identificar cuales son las principales barreras que impiden avanzar en la implementación del Plan. A continuación se explicó al entrevistado las hipótesis de trabajo.

A partir de esta introducción el entrevistado era invitado a hacer una breve presentación de su persona, su pertenencia institucional y su conocimiento del objeto de estudio.

#### 5.4. **Lista de entrevistados**

Se trabajó con informantes calificados entre los siguientes grupos: técnicos asesores, tomadores de decisión, especialistas en el marco jurídico, integrantes de organizaciones de vecinos de Laguna del Sauce y su cuenca asociada, científicos vinculados a la diferentes disciplinas generalmente participantes en este tipo de problemáticas: ecólogos, agrónomos, ingenieros, veterinarios, economistas entre otros.

Las instituciones del ámbito local y nacional directa o indirectamente involucradas en la gestión del recurso hídrico, y seleccionadas para las entrevistas fueron:

##### **Ámbito Local**

- Intendencia Municipal de Maldonado – División Ambiental
- OSE Maldonado – Unión de Gestión Desconcentrada
- Oficina Regional de Suelos y Aguas del MGAP
- Vecinos y sociedad civil de Laguna del Sauce y su cuenca

##### **Ámbito Nacional**

- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA)
  - Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA)
  - Dirección de Medio Ambiente (DINAMA)
  - Dirección de Ordenamiento Territorial (DINOT)
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)
  - Recursos renovables (RENARE)
  - Dirección Forestal
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO)
  - Dirección Nacional de Hidrografía (DNH)
- Obras Sanitarias del Estado (OSE)
- Universidad de la República (UDELAR)
  - Facultad de Ciencias
  - Facultad de Arquitectura

En orden cronológico las entrevistas efectivamente realizadas fueron:

	<b>Persona</b>	<b>Profesión</b>	<b>Cargo</b>	<b>Institución</b>	<b>Duración en minutos</b>

1	Jorge Hourcade	Ingeniero civil hidráulico		Intendencia Municipal de Maldonado	180
2	Gustavo Méndez	Químico farmacéutico	Director	OSE-UGD	90
3	Juan José Lagomarsino	Licenciado en Ciencias Biológicas		OSE-UGD	60
4	Ricardo Pereira	Arquitecto		IMM - Urbanismo	60
5	Julio Riella	Arquitecto	Director General de Planeamiento Urbanización y Ordenamiento Territorial	IMM – Urbanismo	60
6	Adriana Piperno	Arquitecto	Asesora	DINASA	90
7	Lorena Rodríguez	Licenciada en Ciencias Biológicas	Profesora grado 2	Facultad de Ciencias	90
8	Marcelo Cousillas	Abogado	Asesor jurídico	DINAMA	60
9	Enrique Viana	Abogado	Fiscal Letrado en lo Civil	Ministerio Público	120
10	Gustavo Olveyra	Arquitecto	Asesor ambiental	Ministerio de Turismo	90
11	Nicolás Marchand	Doctor en Biología		MGAP – Programa Producción responsable	90
12	Marcel Achkar	Doctor en Biología	Profesor	Facultad de Ciencias	120
13	Héctor Lescano	Veterinario	Ministro	Ministerio de Turismo	60
14	José Luis Genta	Ingeniero	Director	DINASA	90
15	Alfredo Pacheco	Empresario	Vecino	Departamento de Maldonado	90
16	Viviana Zamudio	Arquitecta	Vecina y empresaria		90
17	José Sciandro	Abogado		IMM	90
18	Graciela Ferrari		Investigadora	Laboratorio Tecnológico	90

				del Uruguay	
19	Alejandro Brazeiro	Dr. en Ciencias Biológicas	Profesor	Facultad de Ciencias	90
20	Alvaro López	Geógrafo	Asesor Programa BID	Ministerio de Turismo	90
21	Óscar De los Santos		Intendente	IMM	45
22	Julio Cabrera		Vecino y productor	Cuenca	90

Quedaron pendientes las siguientes entrevistas:

23	Mariana Hill	Ingeniera agrónoma	Directora	MGAP - Dirección General de Recursos Naturales Renovables	pendiente
24	Carlos Colacce	Ingeniero civil	Presidente	OSE	pendiente
25	Manuel Chabalgoity	Ingeniero agrónomo	Director	Director de Ordenamiento Territorial	pendiente
26	Marcelo Caffera	Economista	Profesor	Universidad de Montevideo	pendiente

El orden de realización de las entrevistas fue determinado exclusivamente por la disponibilidad de los entrevistados. Este orden tuvo cierta incidencia ya que a medida que avanzaban las entrevistas se pudieron corregir algunos aspectos y eliminar algunas preguntas inconducentes así como profundizar en otras que demostraron ser más relevantes en el tema de estudio.

En ningún caso volvió a preguntar o aclarar algún punto. En pocos casos el entrevistado entregó materiales de consulta o documentos al entrevistador. Uno de los entrevistados se preparó especialmente para la entrevista e incluso encargó al asesor ambiental del ministerio un documento que después también fue entregado al entrevistador.

El relato de las opiniones obtenidas en las entrevistas se realizó de acuerdo a las hipótesis planteadas en el capítulo 3. En dicho análisis se refiere a los entrevistados según su pertenencia a un determinado ámbito geográfico o institucional sin por eso pretender cubrir exhaustivamente dicho ámbito.

## 6. Resultados

### 6.1. *Hipótesis 1 – Barreras asociadas al conocimiento científico*

La vocación del cuerpo de agua como fuente de agua para el departamento de Maldonado es compartida por todos los actores consultados y por los participantes de los talleres. Los informes sobre el proceso de eutrofización, los resultados del trabajo de la Comisión Honoraria de la Laguna de Sauce y las directivas resultantes de los talleres de junio de 2009 y marzo de 2010 son de dominio público y las entrevistas realizadas muestran que son conocidos por la totalidad de los actores locales y por algunos actores nacionales. Solamente en contados casos entrevistados del ámbito nacional y empresarial admitieron su total ignorancia del problema. El diagnóstico del estado del cuerpo de agua no fue puesto en duda por ningunos de los entrevistados.

Aparecieron en cambio, importantes diferencias en cuanto a las conclusiones a partir de la información científica disponible, en particular respecto a la completitud de la misma. En el ámbito científico se reconoció la necesidad de seguir profundizando la investigación sobre los aportes de los nutrientes y sus tiempos de residencia. Sin embargo, no por esto se puso en duda la urgencia de medidas precautorias y rehabilitadoras para tener alguna posibilidad de revertir el proceso y evitar situaciones críticas en el suministro de agua potable. Por otro lado, en el ámbito gerencial y también en el jurídico aparecieron dudas sobre la urgencia, la pertinencia e incluso la utilidad de medidas precautorias o reparatorias.

La evidencia científica sobre la antigüedad del proceso de eutrofización llevó a algunos entrevistados a poner en duda la importancia del aporte antropogénico de nutrientes y por lo tanto a la utilidad de limitaciones o regulación del uso del suelo en la cuenca. La inminencia y hasta la posibilidad de crisis graves en el suministro de agua potable fue fuertemente resistida por casi todos los actores del ámbito no académico. La mera utilización de términos situación crítica o colapso constituyó una clara limitación para el intercambio y actuó como disparador de actitudes defensivas que dificultaron el diálogo. Estas actitudes defensivas constituyen una barrera en el proceso de incorporación de nueva evidencia científica en el proceso de toma de decisión, en el ámbito político y en el de la gestión.

Mientras por parte de algunos tomadores de decisión del ámbito local se verificó la aceptación de la necesidad e incluso el reclamo de aprendizaje, en algunos actores nacionales llamó la atención la negativa a aceptar las recomendaciones de la academia y a atribuirles incluso intenciones de publicidad o de protagonismo a los científicos que las hacían. Desde la academia se reiteró la propuesta de poner al servicio de la gestión los conocimientos disponibles, pero desde el ámbito jurídico se constató un patrón de escepticismo en cuanto a las posibilidades de revertir la situación, o en caso de estar a tiempo lograr el cambio en las políticas necesario para esto. Para el ámbito jurídico y de gestión local, el verdadero disparador de proceso de cambio se daría a partir de problemas concretos que afecten a los beneficiarios. Uno de los actores del ámbito de la gestión local puso como ejemplo los problemas de la Laguna del Diario que llamaron la atención de vecinos y provocaron una movilización que perdura y que se expresó en

medidas concretas de manejo del cuerpo de agua. En forma coincidente un vecino describió la toma de conciencia de los vecinos y beneficiarios a partir de la constatación de la eutrofización a partir de los sucesos de Laguna del Diario.

### **Caso de la Laguna del Diario**

El caso de la Laguna del Diario fue descrito por numerosos actores locales como un ejemplo significativo. Su deterioro fue disparador de la alarma seguida por el interés e involucramiento de amplios sectores de la población. Esto obligó a la administración a tomar acciones que otros casos no habían sido posibles. El estado de esta laguna fue percibido por muchos actores locales y vecinos como el futuro posible de la Laguna del Sauce. La presencia de algunos vecinos con capacidad de convocatoria facilitó la iniciativa local en cuanto a la implementación de medidas reparatorias consistentes en la cosecha mecánica de la vegetación. Estas actividades culminaron en una cooperación con las instituciones y actualmente la cosecha se realiza en forma regular. Si bien esto no repara el estado de la laguna, constituye un interesante antecedente de cooperación entre el ámbito local y las instituciones.

El deterioro de la laguna tuvo también consecuencias jurídicas, ya que desde la Fiscalía Letrada Nacional en lo Civil se promovió una acción de protección del medio ambiente, “impetrándose que se impusiera al Estado – Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente la recomposición o restauración in natura del hábitat de la Laguna del Diario”. Si bien la sentencia en primera instancia y la apelación desecharon la demanda, a través del juicio se discutieron aspectos relacionados con el manejo adaptativo.

Del ámbito de la gestión se insistió mucho en la importancia del momento elegido para hacer propuestas de manera que dispararan procesos de aprendizaje. En este sentido se repitieron críticas a la academia por la elección inoportuna de dichos momentos a pesar de que fueron los gestores quienes organizaron los talleres en los que se realizaron las comunicaciones criticadas. El argumento esgrimido fue que es necesaria la preparación del estado de ánimo de la población antes de difundir informaciones que pudieran causar alarma y con ello provocar actitudes defensivas más que proactivas. Aquí se constató una contradicción entre la gestión y la academia sobre la función de los talleres. Para la academia serían el ámbito adecuado para la diseminación de los conocimientos científicos, así como de la discusión y de participación en el proceso de toma de decisión. Con esto se constituirían en una instancia de manejo o incluso gobernanza adaptativa. En el ámbito de la gestión, en cambio los talleres se vieron con un espacio para comunicar resultados y decisiones tomados en otra parte, y eventualmente recoger opiniones de los vecinos respecto a algún punto. Resumiendo, todos los ámbitos coincidieron en valorar de la forma en la comunicación de contenidos científicos como aspecto crítico de la gestión. En este sentido se repitieron críticas a la academia por su forma inadecuada de presentar sus conclusiones o advertencias respecto a la situación del modelo de estudio. El principal argumento fue que las advertencias muy duras empeorarían aun más la situación al provocar alarma e inmovilidad en la población.

## **6.2. Hipótesis 2 – Barreras asociadas a los instrumentos legales y jurídicos**

Todos los entrevistados exhibieron conocimientos sobre los instrumentos jurídicos vigentes tanto en la Constitución como en las leyes y decretos. La mayoría evaluó el marco vigente como exigente y coincidió en que brinda herramientas adecuadas para la implementación de medidas precautorias y correctivas en la administración del modelo de estudio. Hubo también coincidencia en que el marco jurídico existente implica posibilidades y también responsabilidades para el Estado, por lo que los operadores estatales no siempre están interesados en que el marco sea más severo aun. En el ámbito jurídico se admitió la pertinencia de una actualización del Código de Aguas de 1978.

La Ley 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable del 18 de Junio de 2008 le da la competencia a los Gobiernos Departamentales la iniciativa de la planificación territorial: “establecer y aplicar regulaciones territoriales sobre usos, fraccionamientos, urbanización, edificación, demolición, conservación, protección del suelo y policía territorial, en todo el territorio departamental mediante la elaboración, aprobación e implementación de los instrumentos establecidos por esta ley, en el marco de la legislación aplicable” (Artículo 14). Más adelante determina que las directrices “tienen como objeto fundamental planificar el desarrollo integrado y ambientalmente sostenible del territorio departamental, mediante el ordenamiento del suelo y la previsión de los procesos de transformación del mismo”. Esta ley fue evaluada en forma positiva en todos los ámbitos, pero entre los actores locales y los nacionales se verificaron discrepancias y posiciones divergentes respecto a la utilidad de descentralizar los procesos de toma de decisión. Los primeros ven en la nueva legislación una reparación de la injusticia emanada del tradicional centralismo en el país y una vía para que la administración se adapte mejor a las necesidades reales del medio. Entre los actores nacionales predominó el patrón de aceptación de la iniciativa local, pero manteniendo las decisiones estratégicas en la autoridad central.

La clasificación del cuerpo de agua era conocida por todos los entrevistados, pero la forma en que se realizó fue fuertemente criticada desde perspectivas discrepantes entre sí. Desde el ámbito jurídico se criticó la falta de eficiencia del Estado en poner en práctica medidas que aseguren el mantenimiento de dicha clasificación en el modelo de estudio. También se criticó la clasificación de todos los restantes cuerpos de agua como clase 3, por defecto. Se veía en esto una estrategia de evasión por parte del Estado, de su responsabilidad de asegurar la calidad de los cuerpos de agua en todo el territorio. El mecanismo de clasificación por defecto se veía como coartada para no tener que mejorar la gestión. Desde el ámbito de la gestión nacional, en cambio, se criticó la clasificación como ingerencia del ámbito administrativo en el de los técnicos. Según uno de los entrevistados del ámbito de las Direcciones Nacionales, la clasificación debería haberse realizado en el ámbito técnico después de una verificación del estado real del cuerpo de agua y de las posibilidades de mantener dicha clasificación. Esto habría evitado colocar a la administración pública en el compromiso de tener que mantener la clase 1 a pesar del deterioro verificado del cuerpo de agua.

El patrón de crítica a la aplicación de las herramientas jurídicas disponibles y de la fiscalización de su cumplimiento se constató en todos los ámbitos. Sin embargo, el alcance de dichas críticas fue divergente.

Desde el ámbito jurídico el énfasis estuvo en el cumplimiento de las normas ya existentes para lo cual se destacó la importancia de aclarar y difundir el marco institucional vigente entre todos los gestores de manera de obligar a los responsables de la fiscalización a cumplir con su tarea. Como ejemplos se señaló la confusión respecto a la responsabilidad en la tarea de fiscalización en la laguna y la falta de sanciones a usuarios no autorizados de los ecosistemas de la laguna. Desde el ámbito de la gestión se subrayó la importancia de que todos los actores tuvieran claridad respecto a la autoridad de la gestión. La garantía de una gestión correcta estaría asegurada en la medida en que los restantes ámbitos se sometieran al liderazgo estratégico y práctico del ámbito de la gestión. El marco jurídico y los insumos de la academia fueron valorados como elementos auxiliares supeditados a la autoridad nacional. La misión de ésta fue definida como la encargada de implementar soluciones técnicas centradas en la provisión del servicio a la población, más que en el mantenimiento de la laguna en un estado particular.

En el ámbito académico se señaló la dificultad de aplicación correcta de un marco jurídico, en la medida en que el paradigma rector de los aplicadores continuara ignorando las particularidades de los sistemas complejos. En este sentido, ningún marco jurídico podría ser tan completo como para asegurar el manejo adaptativo de los sistemas. Siempre habría márgenes discrecionales para la toma de decisión que exigirían la incorporación de las características de la complejidad.

En relación a los instrumentos legales disponibles se exploró en todos los ámbitos la posibilidad de la limitación del uso de la tierra por parte del Estado a los efectos de proteger un servicio ecosistémico. En todos los ámbitos hubo entrevistados que manifestaron conocer y aceptar dicha posibilidad y otros que discrepaban con la misma. El motivo de la discrepancia varió según el entrevistado. Desde el ámbito jurídico se anotaba el incumplimiento de las disposiciones vigentes como el punto de partida ineludible para cualquier otra medida más profunda (por ejemplo la ley 15.239 de Uso y Conservación de los Suelos y de las Aguas del 23 de diciembre de 1981). Además de reiterar la crítica a las autoridades por su ineficacia en la fiscalización, se señaló la incoherencia que significaba el incumplimiento de los procedimientos de manejo adecuados por parte de las propias instituciones estatales. El tratamiento parcial de los lodos por parte de OSE y la falta de sanciones a los responsables de tomas irregulares fueron los ejemplos recurrentes. Solamente dando el ejemplo en forma visible y sistemática, el Estado podría avanzar hacia medidas que afectaran los intereses económicos de particulares en la cuenca. Uno de los interlocutores de este ámbito señaló además que la implementación de estas medidas significaría costos políticos que aparentemente nadie quería asumir. Solamente acordando previamente las responsabilidades políticas se podría avanzar con medidas más estrictas. El entrevistado anotaba que posiblemente esto solamente se pudiera hacer desde la autoridad nacional, ya que los actores locales estarían atrapados en marcos temporales muy cortos y demasiado expuestos a la presión de los beneficiarios y de los votantes. La implementación de medidas estratégicas y de largo plazo solamente sería posible desde el ámbito central.

También en el ámbito de la gestión se verificó una actitud escéptica respecto a la limitación del uso de la tierra. Los argumentos en este ámbito se centraron en el alto costo económico y político asociado a cualquier medida de este tipo, que no estaría en relación con el resultado incierto de su implementación. La

constatación por parte de la ciencia de que el proceso de eutrofización está condicionado parcialmente por otros factores naturales independientes del origen antrópico y las incertidumbres respecto a la evolución del cuerpo aun en caso de eliminar totalmente los aportes externos de nutrientes, fueron los argumentos más contundentes.

### **6.3. Hipótesis 3 – Barreras asociadas a la red institucional encargada de la gestión del agua**

La hipótesis de la multiplicidad de instituciones encargadas de la gestión del agua como barrera para la gestión eficiente de la misma fue confirmada por algunos de los entrevistados, en particular del ámbito local, mientras que fue vehementemente rechazada desde el ámbito jurídico. Según los entrevistados de este ámbito la autoridad del agua en Uruguay es el Estado a través del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Este ministerio comprende tres direcciones, de las cuales la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y la Dirección Nacional de Aguas y Saneamiento (DINASA) se ocupan respectivamente de la calidad y la cantidad del agua. Esta definición fue contestada por la academia, que considera que calidad y cantidad no pueden ser separadas sino que por lo contrario deben ser evaluadas, monitoreadas y administradas en forma integrada. En esta discrepancia se identificó una importante barrera para la gestión integrada.

Una segunda barrera en la gestión se constató en el relacionamiento entre el ámbito nacional y el local. Desde el ámbito local se constató un patrón de crítica al ámbito nacional por su centralismo que se expresaba en la falta de conocimientos de los problemas locales, de vínculo personal con el lugar y de una actitud arrogante y autoritaria hacia los actores locales. Como manifestaciones extremas de esta actitud se señalaron la falta de reconocimiento o discriminación de los profesionales locales por parte de los nacionales y la imposición autoritaria de procedimientos y trámites que no aportaban nada al desempeño adecuado. Desde la perspectiva de los entrevistados del ámbito nacional se repitió el patrón de escepticismo respecto a la descentralización como procedimiento más eficiente que el actual. Algunos entrevistados del ámbito nacional calificaron de mito a la descentralización como presunto remedio de los males de un país excesivamente centralizado. En varios casos se veía dicha descentralización como multiplicación de la ineficacia si no venía acompañada de la capacitación de los cuadros locales, especialmente en departamentos más pobres y el acatamiento de los grandes lineamientos de la política nacional por parte de los locales. Este patrón de tensión entre lo local y lo nacional se repitió por parte del nivel local de una institución hacia el ámbito nacional de la misma.

Si bien la mayoría de los actores locales exhibieron un conocimiento del marco institucional vigente, se constataron imprecisiones y confusiones en la descripción de las competencias de las diferentes instituciones. Se constató también un patrón de prácticas y actitudes poco cooperativas entre funcionarios de diferentes divisiones del Estado y ámbitos de la administración. A partir de las entrevistas no se pudo concluir si estos fenómenos son producto de falta de capacidad o simplemente una expresión de la competencia por la autoridad y el acceso a los recursos, o rivalidades políticas explicadas por el ingreso de funcionarios en diferentes periodos de gobierno y en ausencia de concursos. Se confirmó que la rivalidad y falta de cooperación acompañada de la autopercepción sesgada constituyen una barrera para la eficiencia en la gestión. Un entrevistado consideró que esta confusión podría ser intencional con el objetivo de impedir una gestión eficiente del recurso y habilitar usos no controlados por el Estado.

La autopercepción de los entrevistados dejó en evidencia una puja por el protagonismo entre la DINASA, la OSE y la Intendencia Municipal de Maldonado (IMM). Se repitió el patrón según el que los funcionarios de cada organismo lo presentaron como principal impulsor del proceso de renovación de la gestión, en contraste o incluso a pesar de la lentitud o indecisión de los otros. Al mismo tiempo, los entrevistados denunciaban justamente esta actitud de desconfianza y competencia como fuente esfuerzos duplicados, falta de sistematización en los procedimientos y dilapidación de tiempo y recursos materiales. Como ejemplo más evidente se describió la relación dentro de la propia OSE, en la que la Unidad de Gestión Descentralizada realiza muestreos que son duplicados por la dependencia de OSE central a pesar de estar los funcionarios de ambas reparticiones localizados en el mismo edificio. Similares situaciones entre los organismos del ámbito departamental y el nacional fueron descritas por los entrevistados del ámbito local. Un ejemplo de esta situación puede ser la obligación impuesta a los órganos del ámbito local, de concurrir en persona a Montevideo a presentar escritos en el marco de algún trámite que fácilmente debería realizarse en forma remota.

La propuesta de instalación de un Comité de Cuenca, prevista por la legislación vigente y mencionada en las directrices y en los talleres parecería gozar de un consenso entre los actores según quedó en evidencia en los talleres y en el memorándum conjunto. La participación sistemática de la sociedad civil en los procesos de toma de decisión se ofrecía como forma de avanzar hacia de la gobernanza o por lo menos a la gestión adaptativa. Las conclusiones de los talleres permitían suponer una unanimidad respecto a dicha institución como mecanismo de integración y aumento de eficiencia. Sin embargo, las entrevistas mostraron que dicho Comité es controvertido (a nivel nacional) por lo que el estancamiento del proceso de institucionalización se podría extender al resto del proceso. En este caso las dificultades en el proceso de institucionalización actúan como barrera en la implementación de medidas precautorias y correctivas. El principal argumento fue que dicha división del territorio no se corresponde con la división política, social y demográfica. En la medida en que los habitantes no se rigen por la línea divisoria de las aguas o divisoria de drenaje, dicha división territorial no serviría para una eficaz administración.

Para el ámbito nacional, en caso de instalarse el Comité de Cuenca, ésta debería tener solamente un carácter consultivo y deliberativo y de ninguna forma competencias decisorias. En el ámbito jurídico se insistió en la aplicación sistemática y completa del marco legal existente antes de avanzar hacia la fundación de nuevas instituciones. Este nuevo proceso fundacional podría distraer del cumplimiento de las actuales disposiciones y de la aplicación de sanciones a quienes las incumplieran. También se constató un cierto pesimismo respecto al proceso que seguramente sería confuso y signado por conflictos por el poder. En algunos casos se veía como más eficiente el fortalecimiento de una Comisión de Cuenca con propósitos deliberativos y una función consultiva no vinculante para los organismos decisorios. Uno de los entrevistados sostuvo que la prioridad debería colocarse en la gestión por cuencas antes de proceder a la fundación de una institución, cualquiera fueran sus competencias. En forma contradictoria, varios de los entrevistados cuestionaron la división del país en cuencas, que consideran inapropiada para la correcta administración del territorio ya que no refleja la distribución de la población y la infraestructura disponible.

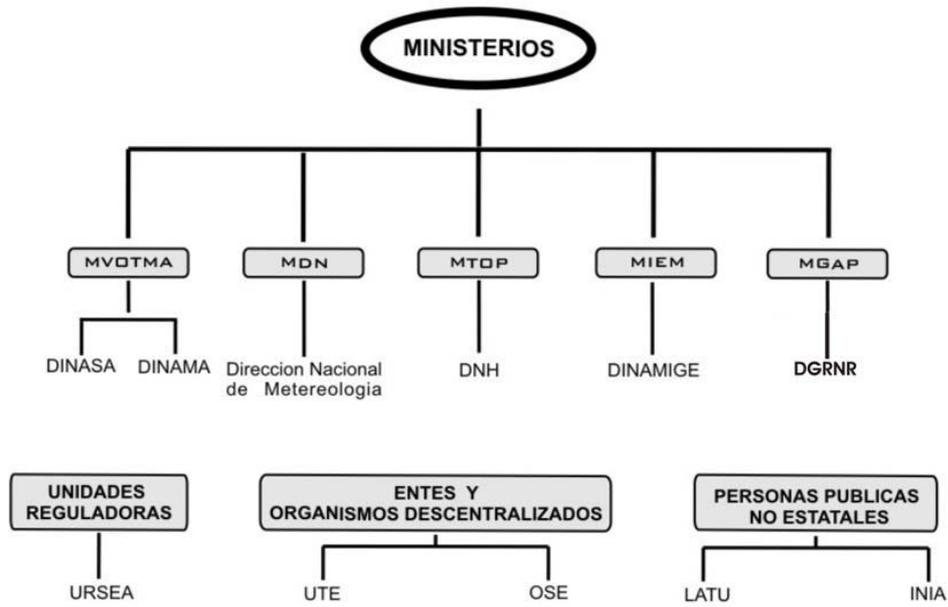
El patrón de crítica a la gestión del Estado tuvo diferentes grados de implicación según el actor que la formulara. Conjuntamente con el patrón de crítica al Estado como lento, ineficaz e ineficiente, se verificó una actitud de expectativa por parte de los actores locales, respecto a su rol regulador y rector. Por parte de los actores nacionales se observó una postura más comprensiva o incluso defensiva del rol del Estado. El patrón de crítica se verificó también respecto a la gestión de la academia, criticada por su lenguaje críptico, su aparente agenda propia y sus prácticas inadecuadas de difusión del conocimiento. Dichas prácticas fueron calificadas como estrategias de mantenimiento de poder y de exclusión. También en este caso los mismos críticos expresaban simultáneamente expectativas respecto a la academia como proveedora de certezas respecto al modelo de estudio. Desde el ámbito científico fue criticada la falta de capacitación de los tomadores de decisión que se refleja en la no inclusión de los conceptos relacionados con la complejidad en el proceso de toma de decisión.

Se observó consenso en cuanto a que las decisiones fuertes en cuanto a limitación de actividades económicas o de uso de la tierra deberían ser tomadas desde el ámbito nacional ya que la cercanía geográfica o dependencia política con las personas o sectores afectados por las medidas restrictivas haría muy alto el costo para un actor local.

En varios ámbitos se constató la falta de persistencia en las políticas supuestamente orientadas a construir la gobernanza. Al implicar a la población, tanto el Estado como la academia, tendrían que ser cuidadosos en las expectativas y responder a ellas. Un ejemplo fue la implicación de los vecinos en la toma de muestras que después no eran procesadas o en caso de serlo, los resultados no eran comunicados. De igual forma se verificaron críticas a la academia por su tendencia a denunciar prácticas inadecuadas sin haber construido previamente una relación de confianza con los vecinos para que éstos fueran permeables a las propuestas.

En el ámbito local se constató el patrón de la falta de continuidad institucional y la falta de construcción de la memoria histórica. Las consecuencias de esto serían la pérdida de las experiencias en cada cambio en el gobierno local. La falta de documentación de los procedimientos y de falta de registros de los procesos fue señalada como una carencia recurrente. Desde la ciencia se señaló la falta de una política de comunicación de eventos extremos siguiendo el ejemplo del uso de las playas en Montevideo de manera de familiarizar a los vecinos con el funcionamiento de los ecosistemas.

A continuación se presenta un esquema que indica las principales instituciones involucradas directamente e indirectamente en el tema y sus relaciones jerárquicas. El esquema muestra que están privilegiadas las relaciones verticales pero no así las horizontales. El resultado es la duplicación de procesos en organismos con débiles vínculos formales entre sí.



El esquema no incluye la participación ciudadana presente en diferentes ámbitos y de diferentes formas:

- Iniciativas ciudadanas como las comisiones honorarias
- Ciudadanos activos no pertenecientes a Instituciones
- Participantes de los talleres citados

#### **6.4. Hipótesis 4 – Barreras asociadas a diferentes intereses en pugna**

La particularidad de las barreras asociadas a diferentes intereses en pugna es que en general no fueron presentadas como tales. Se repitió el patrón de presentar las prácticas propias como acordes con la administración óptima del modelo de estudio en función del bien común. Al mismo tiempo se identificaban las barreras para la gestión sustentable en las otras instituciones por hacer prevalecer sus agendas o intereses. En cuanto a la innovación, se repitió el patrón según el cual los ámbitos se percibían como impulsores del cambio y veían a las demás como atrapadas en prácticas inadecuadas o a merced de intereses particulares.

Quedaron en evidencia diferencias de intereses respecto a los servicios ecosistémicos entre diferentes ámbitos, así como entre grupos de usuarios y beneficiarios. Esto se presentó en forma explícita entre diferentes usuarios privados, o entre éstos y el Estado. Mientras en el ámbito local y el académico estas diferencias de intereses fueron coincidentemente definidas como potenciales fuentes de conflictos en un futuro cercano, desde el ámbito nacional prevalecía una visión más optimista en la medida en que se mantuviera la institucionalidad presente.

Hubo coincidencia en calificar la cuenca de la laguna como un territorio de vocación agrícola por la calidad de sus suelos, al mismo tiempo que objetivo de crecientes emprendimientos inmobiliarios por su ubicación estratégica cercana a Punta del Este. La presión sobre el recurso suelo fue calificada de inevitable por los actores locales, que coincidieron por otro lado en la importancia de la inversión privada para un departamento en el que se manifiestan marcadas desigualdades sociales. Los actores locales describieron emprendimientos industriales ya existentes en la cuenca que aparte de la posible afectación de la laguna fueron identificados como fuentes de conflictos con el desarrollo urbanístico y turístico de la zona.

Los intereses divergentes por el acceso y uso de recursos ambientales fueron detectados en particular entre los emprendimientos inmobiliarios en un departamento sumamente urbanizado y dependiente de la continuidad del flujo de inversiones y de la creación de nuevos puestos de trabajo. Este factor fue reconocido por todos los actores locales como fundamental en el análisis del modelo de estudio. Desde el ámbito nacional se coincidió en la importancia de la actividad turística y se reconoció la dependencia de ésta de la fuente del agua.

Si bien hubo coincidencia en que las diferencias de intereses no se manifiestan todavía en forma conflictiva, varios entrevistados coincidieron en que la limitación de alguna de las actividades sería disparadora de conflictos entre los usuarios, y entre estos y la autoridad reguladora. Se verificaron discrepancias respecto al rol del Estado en escenarios conflictivos. Mientras que los actores locales mostraron disposición de asumir el liderazgo, desde el ámbito nacional se puso en duda la capacidad local de asumir los costos políticos de dichos conflictos.

Dentro del Estado se constataron diferencias de intereses entre el ámbito local y el nacional, así como entre los diferentes organismos. Mientras que los actores locales veían en estas diferencias una manifestación de la vocación centralista y controladora de las autoridades centrales, éstas destacaron la necesidad de dar prioridad a los planes nacionales sobre los intereses locales. Este patrón se verificó también entre las reparticiones de las propias instituciones.

## 7. Discusión de los resultados

La dependencia de la vida humana de los servicios ecosistémicos provistos por la biósfera, que incluyen producción agrícola, control de inundaciones y oportunidades recreativas es un hecho ampliamente demostrado en la literatura científica. En la medida en que la población humana crece y se expande la demanda por cápita de los servicios ecosistémicos, las sociedades se verán obligadas a proveer ecosistémicos adicionales para satisfacer dicha demanda (Deutsch et al. 2003, Bennett & Balvanera 2007). La dependencia de la sociedad humana de los servicios ecosistémicos confronta a la administración con desafíos que exigen de herramientas novedosas también en el ámbito del proceso de toma de decisión (Folke 2007). La toma de conciencia respecto a la dependencia de los servicios ecosistémicos y el análisis de riesgo serían puntos de partida adecuados para integrar la información disponible en forma de visiones de cambio positivo de la sociedad (Brüseke 1997; Carpenter & Folke 2006,). En el modelo de estudio el proceso de eutrofización está suficientemente documentado y es aceptado por todos los actores que coinciden también en la vocación de la laguna como fuente de agua potable. En el plano jurídico se constatan significativas innovaciones como la reforma constitucional de 2004 y una serie de leyes que constituyen un marco favorable para la implementación de manejos adaptativos de los recursos naturales.

### 7.1. *Hipótesis 1 – Barreras asociadas al conocimiento científico*

La principal barrera está constituida por la comprensión parcial o inadecuada del funcionamiento de los sistemas complejos y de los conceptos asociados a dicho funcionamiento por parte de los ámbitos de gestión. Entre estos conceptos adquieren particular importancia los de incertidumbre y de resiliencia, que desafía el paradigma de la ciencia como proveedora de verdades válidas en cualquier circunstancia, de la tecnología como remedio para cualquier problema y del Estado como reductor de incertidumbres (Bruckner 2003). Este paradigma prescinde de la comprensión de la capacidad de los sistemas complejos de recuperar sus funciones después de perturbaciones o de adaptarse a los cambios mediante nuevas funciones (Folke et al. 2004, Gunderson et al. 2006). El conflicto entre las disciplinas involucradas constituye una barrera en el proceso de decisión, en la distribución de competencias y en la evaluación de los logros de la gestión. El paradigma prevalente concibe a la naturaleza como ámbito susceptible a ser intervenido por los seres humanos de acuerdo a sus necesidades inmediatas. La ingeniería es la ciencia más claramente comprometida con esa visión de “veneración de la infraestructura” (Bruckner 2003) y de control de los fenómenos naturales a través de medidas correctivas que simplifican los procesos en función del aspecto “útil” del ecosistema (Adabashev 1971, Reséndiz 2008). Que la simplificación de los sistemas aumenta su vulnerabilidad al reducir su resiliencia es un fenómeno suficientemente documentado por la investigación científica (Elmqvist et al. 2003). Frente a esta visión, algunos autores proponen un pluralismo epistemológico basándose en que en cada contexto hay varias formas (todas válidas) de conocerlo y que la adaptación a esta pluralidad conduce a un conocimiento más adecuado (Miller et al. 2008). Sin embargo entre los actores locales sigue incuestionada la estrategia de control de un ecosistema aun a costa de su resiliencia. Parte de los conceptos críticos de los sistemas complejos son contra intuitivos, lo que aumenta la dificultad de su comprensión por actores sin formación científica (Fazey et al. 2005). El comportamiento no lineal de los sistemas y la existencia de umbrales de ubicación incierta son ignorados por gran parte de los

actores del ámbito de la gestión. Las entrevistas dejaron en evidencia la prevalencia del paradigma de la linealidad y reversibilidad (definido por Taleb 2009) de los procesos naturales afectados por las actividades antrópicas. Se constata que la búsqueda de un supuesto equilibrio ideal sigue siendo vista como solución a las contradicciones. Esto deja en evidencia el no conocimiento de la existencia de varios estados de equilibrio de los sistemas y de la dificultad de volver al estado deseado una vez alcanzado el umbral.

Si bien este desconocimiento parcial fue reconocido en parte por los entrevistados, se verificó una fuerte resistencia a aceptar a la academia como socio equivalente en el proceso de toma de decisión, particularmente en el ámbito nacional. Prevalece en cambio la visión de la academia como proveedor de información funcional a agendas políticas que prescinden de una aplicación sistemática del conocimiento. Esto crea una situación contradictoria y tensa, que en sí misma dificulta un manejo adaptativo. Por un lado se le exige a la academia certezas respecto a fenómenos sobre los cuales no la hay ni las puede haber. Por otro se rechaza el conocimiento si pone en cuestión la actuación de la administración, o se lo descalifica como proveniente de uno de los tantos beneficiarios. Colocar a la ciencia como uno más de los beneficiarios/usuarios del modelo de estudio contribuye a crear una situación confusa en la que conocimiento científico es considerado como una opinión más entre las muchas existentes. Esto puede conducir a la relativización de la gravedad del proceso de eutrofización, de la posibilidad del colapso y de la consecuente pérdida de la fuente de agua potable.

En las entrevistas a tomadores de decisión apareció recurrentemente el reclamo a la academia de más estudios, más datos y causalidades claras. Por ejemplo se exige a la academia cada vez más precisión sobre el peso relativo de los orígenes de los aportes de nutrientes. Esta falta de precisión coloca la "carga de la prueba" en el terreno de la ciencia lo que en el peor de los casos permite postergar las medidas urgentes por falta de evidencia o exactitud en la información científica. La pertinencia del estudio constante de los sistemas complejos es compartida por la academia como parte ineludible del manejo adaptativo. Pero la acción humana siempre se produce con información incompleta por lo que las medidas de manejo pueden ser tomadas ante la evidencia de la existencia de un proceso deterioro (Taleb 2009). Otros entrevistados aducen estar en un proceso de aprendizaje personal o institucional que serviría para mejorar la calidad de las decisiones una vez culminado dicho proceso. La pretensión de tomar decisiones recién después de alcanzar certezas absolutas o de culminados largos procesos de aprendizaje parece ser más bien estrategias de evasión y de postergación indefinida de cualquier decisión conflictiva. El argumento de la falta de información es frecuentemente criticada por autores que incluso llegan a afirmar que agregar más información puede incluso llevar a la pérdida de información (Schepelmann et al. 2010). Por otro lado se señala la paradoja que el aumento de información puede conducir no al cuestionamiento sino a la justificación de las ideas propias (Taleb 2009). En las entrevistas quedó en evidencia que mientras que los actores académicos atribuían esta barrera a la falta de decisión por parte de las autoridades competentes, éstas señalaban su imposibilidad de actuar sin certeza científica en cuanto al futuro y a información inequívoca sobre nexos causales que deberían ser provistos por la academia. Esta discrepancia tiene consecuencias conflictivas tanto respecto al manejo como al relacionamiento entre los ámbitos.

La verdadera barrera para la toma de medidas parece situarse más bien en los costos económicos y políticos asociados a la implementación de dichas medidas. Esto explica también la resistencia a las evidencias científicas respecto al proceso de eutrofización y la contradictoria relación de la fuente de dichas evidencias. Aquí se verifica un conflicto entre los tiempos de la administración y los de los procesos naturales. La discusión sobre la incidencia de los aportes antrópicos en un proceso de eutrofización parcialmente influido por causas naturales parece inconducente a la luz de las consecuencias que tendría la pérdida de la fuente de agua.

En el ámbito político y gerencial predomina la confianza en que se encontrarán soluciones técnicas. En un caso incluso se mencionó la posibilidad de sustituir la fuente. En el ámbito jurídico se constatan posiciones fuertemente discrepantes respecto a las soluciones posibles. Por una lado sería la aplicación de la normativa vigente por parte de un Estado proactivo, mientras que por otro la situación recién se podría revertir a partir de la proliferación de juicios por daños y perjuicios. El paradigma de la naturaleza como fuente inagotable susceptible a ser controlada y explotada de forma más eficaz por métodos cada vez sofisticados que tarde o temprano ofrecerán soluciones a cualquier problema, constituye la principal barrera de comprensión de la complejidad. La ausencia de dichos conceptos en los procesos de toma de decisión en un contexto económico que externaliza sistemáticamente los efectos de la actividad humana colocan a los tomadores de decisión a una posición de vulnerabilidad frente al desafío de implementar medidas que limiten en lo inmediato los resultados económicos de su gestión.

Quedó en evidencia que la implementación de procesos de aprendizaje de criterios de manejo adaptativo de los sistemas complejos constituye una barrera. Las propuestas del ámbito científico quedaban reducidas a meras recomendaciones que podrían ser utilizadas en función de objetivos y fundamentalmente de plazos políticos. Al no producirse una variación en el conocimiento la propuesta de la ciencia queda reducida a un mensaje (Marcos 2010, página 207). El aprendizaje por parte de los tomadores de decisión de conceptos relacionados con los sistemas complejos es un desafío enorme. Los ecosistemas cambian constantemente tanto en forma rápida y sorpresiva como en procesos lentos y graduales, apenas perceptibles para los humanos. Más que máquinas complicadas se los comprende mejor como sistemas complejos, en evolución que asemejan a organismos vivos. El manejo adaptativo deja de lado el foco en el mantenimiento del ecosistema en un supuesto punto de equilibrio óptimo y se propone conducirlo a través de trayectorias deseables (Folke 2007). Cada decisión constituye también una aproximación iterativa a la gestión y debe ser tomada como solución provisoria en un largo proceso de gestión adaptativa (von Korff et al. 2010). En consecuencia, la perspectiva de un sistema complejo enfatiza la necesidad de aprendizaje sostenido y una evaluación y adaptación continuas de las estrategias de manejo (Brugnach et al. 2008, Biggs et al. 2010). Esto constituye un desafío al paradigma del estado óptimo intuitivamente entendible para sustituirlo por el de estados alternativos.

La determinación del momento y de la forma de comunicación demostró ser una barrera, ya que los diferencias ámbitos están sometidos a marcos temporales muy diferentes, incomprensibles e incluso discrepantes. Cabe agregar que el lenguaje críptico o excluyente de la academia es un fenómeno

comentado en la literatura (Goldstein 2009). El correlato de esto es la resistencia de los operadores del ámbito científico a las comunicaciones de la academia, que se demuestra en el total rechazo a la palabra “colapso”, transiciones críticas o cambios catastróficos (Diamond 2005). En el ámbito de la física y la matemática estos términos tienen significados precisos y acotados, todo lo contrario en el ámbito de los gestores y tomadores de decisión. Además, los pronósticos muy sombríos generalmente provocan la paralización o la resignación, más que el interés y el compromiso por parte de los gestores y tomadores de decisión. Se repite la advertencia de no utilizar terminología alarmista en la comunicación y se criticó la denuncia sin propuesta como camino estéril. También la literatura científica señala la inconveniencia de predicciones apocalípticas (*Doom-and-gloom*) que serían apropiadas para vender noticias, pero no significarían un aporte para inspirar a la gente a participar en la gestión. La gestión participativa exige pasos proactivos hacia un futuro mejor. Las transformaciones requieren visiones de los que se puede lograr y hacia dónde se puede ir (Carpenter & Folke 2006).

Los momentos de crisis ofrecen la oportunidad de reformulación de la institucionalidad y de los procedimientos de manejo. Usando la metáfora del ciclo adaptativo la crisis significa una chance de cambio. En una primera fase la degradación y la consecuente pérdida de atributos ecológicos y la conexión de este fenómeno con las actividades humanas se manifiestan de forma evidente. Pero recién cuando fracasan las estrategias existentes es que se puede producir el cambio (Biggs et al. 2010). Esto plantea dos grandes cuestiones. Por un lado, si la academia podría llegar a ser catalizadora de este proceso en el momento justo, en diálogo con el ámbito de la gestión. La segunda cuestión es si el proceso de cambio será lo suficientemente rápido como para evitar la pérdida irreversible de los servicios ecosistémicos claves. Según algunos autores, hay actores sociales capaces de iniciar y movilizar cambios en el manejo basados en problemas no experimentados (Biggs et al. 2010). Esto plantea un gran desafío para el ámbito científico que consiste en la elaboración de una estrategia comunicativa anticipativa de la crisis.

En el departamento de Maldonado hay un antecedente interesante que muestra la capacidad de una acción eficaz conjunta a partir de la iniciativa local y con marcado protagonismo de los vecinos del cuerpo de agua en coordinación con la academia. Se trata de la Laguna del Diario, en la que se manifestó un acelerado proceso de eutrofización y la invasión del cuerpo por plantas sumergidas. A instancias de los vecinos, que llegaron a aportar significativas sumas de dinero, se implementó conjuntamente con la IMM una actividad constante de cosecha de las plantas. Este ejemplo fue descrito como revelador para el departamento en la medida en que muchos de los actores vieron en él un escenario probable de la Laguna del Sauce. Quedó demostrado que en el mismo departamento, en el mismo escenario socio-económico puede existir capacidad de responder rápido y adaptarse.

Finalmente, se observa que las transformaciones en el manejo ecosistémico son más probables y más durables si se producen antes de que ocurran altos niveles de conflictividad. Es sabido que cuando emergen fuertes sentimientos de acrimonia, la gente tiende a quedar encerrada en posiciones defensivas (Biggs et al. 2010). Este planteo profundiza el desafío a la academia que también deberá formular las propuestas de forma que no solo no despierte rechazos sino que ayude a la formulación de caminos

apropiados pero también posibles e inclusivos antes que el conflicto socio ambiental anquilose las posiciones defensivas difíciles de abrir y se distancie del lenguaje críptico o excluyente tradicionalmente utilizado (Goldstein 2009).

## **7.2. Hipótesis 2 – Barreras asociadas a los instrumentos legales y jurídicos**

No se constataron barreras o limitaciones en el marco jurídico existente sino en su aplicación por las autoridades competentes. Hubo coincidencia del ámbito jurídico con la academia en situar el problema en el ámbito de la gestión, tanto en el nivel de la planificación como en la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones vigentes. En este ámbito, en cambio se identificaron impedimentos económicos o por la falta de certezas científicas a en contradicción con el marco legal vigente dice que “la falta de certeza técnica o científica no podrá alegarse como eximente – ante el riesgo de daño grave que afecte los recursos hídricos para la no adopción de medidas de prevención, mitigación y recomposición” (Ley 18.610, artículo 8 – C). En general no se verificaron propuestas de cambio en las leyes aunque fue mayoritaria la crítica al Estado en general y a los organismos encargados de administrar el agua en particular por su ineficacia en la fiscalización del uso del recurso.

Desde el ámbito jurídico fue criticado el proceso de clasificación de Laguna del Sauce en la clase 1, indicando que el proceso quedó trunco, y por lo tanto es ineficaz. La clasificación del modelo de estudio como clase 1 dejó al Estado en situación vulnerable ya que cualquier usuario podría reclamarle medidas que aseguraran el mantenimiento de las características de esa clase. En una actitud defensiva se produjo entonces la clasificación por defecto de todos los otros cursos de agua como clase 3. Con esto el sistema en su conjunto perdió fuerza vinculante. Desde el 1979 nunca se realizó una clasificación de los cuerpos de agua contra una norma. Hasta el Decreto 253/79 se controlaban los vertidos para autorizar y habilitar plantas de tratamiento. Pero al no existir una clasificación no existían valores a ser verificados en los controles. A partir del Decreto 253/79 se produjo la clasificación del cuerpo de agua como clase 1.

En Uruguay rige un marco legal evaluado unánimemente como exigente en lo ambiental. El artículo 47 de la Constitución dice que: “La protección del medio ambiente es de interés general. Las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, destrucción o contaminación graves al medio ambiente”. Más adelante el artículo dice que “el principio por el cual la prestación del servicio de agua potable y saneamiento, deberá hacerse anteponiendo las razones de orden social a las de orden económico”. Estas disposiciones establecen en primer lugar que los derechos individuales podrán ser limitados si con esto se protege el medio ambiente. En segundo término queda establecido que un servicio ecosistémico - aunque no mencionado como tal - debe ser antepuesto a cualquier razón económica. Este marco exige al Estado una actitud proactiva delicada ya que implica la afectación de intereses de usuarios. Sin embargo, fue a través de la iniciativa de organizaciones civiles que se realizó un referéndum que dispararon cambios en la gestión que constituyen un paso hacia la gerencia adaptativa. En este contexto cabe acotar que la Ley de protección de suelos y aguas (Ley 13.667 de 1968) nunca fue aplicada y recién en esta administración las autoridades muestran interés en ponerla en práctica.

### **7.3. Hipótesis 3 – Barreras asociadas a la red institucional encargada de la gestión del agua**

El diseño institucional vigente parece estar centrado en una distribución rígida de competencias, con actores concentrados en su ámbito y poco interconectados, que además no cuentan con un esquema de interacciones formalmente pautados. Este patrón se verifica más allá de la motivación, compromiso y capacidad técnica constatada en los actores. El anquilosamiento de las instituciones es descrito en la literatura científica. Organismos estables y durables indudablemente son signos de la persistencia de la institucionalidad, pero pueden constituirse en obstáculos para un manejo adaptativo ya que se mantienen incólumes frente a perturbaciones que de otra forma podrían catalizar cambios. Sin esa innovación un sistema puede quedar atrapado en trampas de rigidez (*ridity trap*), descritas como mecanismos mediante los cuales las burocracias se auto perpetúan a expensas de la productividad y la vitalidad de los ecosistemas (Gunderson & Holling 2002, Pahl et al. 2007). Los gestores de recursos naturales tienden a centrar sus esfuerzos en la maximización de la productividad de un sistema. Esto sucede mediante la reducción de las variaciones naturales lo que aumenta la posibilidad de eventos catastróficos y cambios dramáticos inesperados (Holling et al. 2002). Algunos autores consideran que los sistemas institucionales y de conocimiento construidos en torno al manejo del agua están fuertemente acoplados al mantenimiento de dicha institucionalidad, lo que hace difícil revertir decisiones tomadas en el pasado (Huitema & Meijerink 2010). Según estos autores los cambios ocurren solamente después que los paradigmas vigentes son puestos a prueba por eventos desastrosos (Pahl et al. 2007).

El estado de rigidez descrito arriba quedó en evidencia en la discrepancia entre la DINASA y el ámbito científico con respecto al modelo de estudio. La gestión de la DINASA se centra en la provisión de agua y ve la conservación de la fuente como supeditada a tal fin. En caso de constatarse la irreversibilidad del proceso de eutrofización se considera que mediante instrumentos tecnológicos se podrá brindar el servicio en forma adecuada aunque esto signifique un aumento de costo. Esta perspectiva es radicalmente contradictoria con el manejo adaptativo al situar en la tecnología la responsabilidad última de la gestión y se constituye en una barrera conceptual de profundas consecuencias. Desde el ámbito de la gestión se pone el énfasis en la obtención de agua potable. Esto implica la adhesión al paradigma de optimismo tecnológico de que cualquier problema puede ser solucionado tecnológicamente y que el Estado debe centrarse en el proceso de potabilización y no necesariamente en la conservación del recurso. En este contexto se baraja incluso el escenario de búsqueda de otra fuente de agua si se comprobara que el proceso de eutrofización de la Laguna del Sauce estuviera demasiado avanzado y la implementación de medidas de limitación de actividades productivas en la cuenca no pudiera revertirlo a corto plazo. Este paradigma rector de las prioridades de la autoridad nacional constituye una importante fuente de conflictos futuros. Este desacuerdo básico hace improbable la implementación de una gobernanza adaptativa.

Los prácticas consensuadas por los diferentes grupos de interés entre los que la ecología sería un beneficiario más en igualdad de condiciones con los demás, no es apropiado para la administración de sistemas complejos. La búsqueda de consensos constituye el correlato de los conflictos por oposición de

intereses. Constituye una práctica en la que el objetivo principal es evitar o por lo menos disminuir los conflictos. Sin embargo la elaboración de los conflictos socio ambientales, ya sea por el acceso a un servicios o bien, o entre usos incompatibles entre sí requieren de otras estrategias. El consenso social, adecuado para la convivencia en la sociedad, no refleja necesariamente la complejidad de los sistemas naturales y puede que se logre a expensas de estos (Scheffer et al. 2000). Si bien intuitivamente el consenso parece ser una buena práctica para problemas en el mundo de lo político social, el funcionamiento de los ecosistemas y el deterioro de su resiliencia en un ámbito de creciente presión exige decisiones contra mayoritarias, contra intuitivas y por lo tanto posiblemente impopulares. Los consensos permiten evitar estas decisiones y de esa forma rehuir el pago de los costos políticos asociados (Folke et al. 2002, Liu et al. 2007). En el modelo de estudio se observa que los diferentes ámbitos de decisión tienden a negociar soluciones viables en función de sus tiempos y lógicas. Se observa el patrón de crítica al otro ámbito por su falta de previsión o visión estratégica mientras que en la gestión propia se toman decisiones criticables. Así desde el ámbito del principal usuario de agua se critica un emprendimiento de alto impacto en la cuenca autorizado por la IMM, mientras no se realiza la gestión de los lodos durante todo el año. Desde el ámbito nacional se observa la necesidad de realizar el saneamiento de toda la cuenca antes de implementar medidas de limitación del uso del suelo en la cuenca pero se le imponen a los actores locales trámites y procedimientos inadecuados. Este patrón de incoherencia y competencia lleva a una situación de inmovilidad, ya que cada institución de alguna forma justifica su inoperancia por las de la otra y posterga su mejora hasta que la otra tome la iniciativa. En este contexto el consenso entre los actores puede servir para tapar las inoperancias propias y para postergar decisiones por las que finalmente ninguna institución parece estar dispuesta a pagar el costo político.

Las discrepancias entre los tiempos reales o percibidos en la administración con respecto a los de deterioro o recuperación de ecosistemas, constituye una barrera institucional claramente identificada en las entrevistas. En los sistemas socio-económicos y naturales acoplados coexisten múltiples escalas de medida y de representación cuya comprensión y manejo son fundamentales para el manejo adaptativo (Chapin et al. 2002, Deleage 1991). Los procesos de toma de decisión de medidas de manejo, precautorias y preventivas deben adaptarse necesariamente a los ciclos naturales y al funcionamiento de los sistemas complejos. El manejo adaptativo debe trascender los plazos marcados por la agenda política, como por ejemplo la votación de presupuestos y los períodos electorales. Se constató frecuentemente el reclamo de actividades de capacitación a largo plazo. Si bien esto es deseable, no debe olvidarse que el plazo de tiempo que insumiría la adquisición de conocimientos puede que sea más largo que el disponible para evitar la llegada a un umbral entre dos regímenes de estado en el modelo de estudio. La ignorancia respecto al tiempo disponible para revertir efectos negativos o incluso catastróficos dificulta aun más la asunción de los costos políticos de las decisiones que pudieran afectar intereses locales. El paradigma económico vigente descrito antes constituye un marco en el que cualquier limitación de una actividad económica es sumamente impopular. Esto aplica a las actividades agropecuarias de la cuenca detectadas como generadoras de nutrientes en la laguna, es decir los cultivos de papa, soja y la ganadería (Autores del capítulo en Steffen & Inda en prensa). En estos tres ejemplos los efectos ambientales en la laguna son externalizados y no aparecen en ninguna evaluación de la gestión económica del departamento. Sin embargo, aún quienes

entienden las consecuencias ambientales de dichas actividades son reacios a cualquier limitación o prohibición de actividad económica en la cuenca.

La compleja red de instituciones y actores involucrados que no cooperan entre sí constituye una barrera para la gobernanza adaptativa en el modelo de estudio. La literatura científica presenta la gerencia adaptativa y la gobernanza adaptativa como nuevos modelos institucionales para asegurar la sustentabilidad de los servicios ecosistémicos (Natera, 2004). En el primer caso se trata de un ajuste sistemático y continuo de las políticas y prácticas de manejo (van der Brugge & van Raak 2007). Esto sucede por el aprendizaje de los resultados de las políticas y prácticas anteriores. Las actividades son consideradas experimentos deliberados con el propósito de aprendizaje. En la gobernanza adaptativa el marco institucional y político es diseñado de forma que se adapte a las relaciones cambiantes entre la sociedad y los ecosistemas (Carpenter & Folke 2006). Ambas estrategias parten de una concepción dinámica de los sistemas y de la necesidad de instituciones extremadamente flexibles y participativas (Calame 2009). La interconexión de los sistemas sociales y ecológicos está suficientemente documentada (Folke 2007). Si bien la información está disponible y es de calidad, los tomadores de decisión no están capacitados para utilizarla de forma adecuada. La sociedad humana tiene mecanismos que le permiten recuperar sus estructuras anteriores a una perturbación. Paradójicamente este fenómeno impide el aprendizaje y el desarrollo del manejo adaptativo indispensable para realidades complejas y cambiantes. Este proceso es descrito por la literatura científica y hay autores que incluso hablan de histéresis en el cambio de opinión de la sociedad. Incluso cuando el problema es reconocido el cambio suele ocurrir demasiado tarde (Scheffer et al. 2003). El ámbito local y el científico coincidieron en el patrón de valoración de la gobernanza, cuestionado desde el ámbito jurídico y visto con escepticismo desde la administración central. Este término comprende los procedimientos y las actividades desde el ámbito estatal a los que agrega las iniciativas y la gestión desde el ámbito de la sociedad civil (Natera 2004). La participación directa de los usuarios, vecinos y beneficiarios se puede dar espontáneamente o en forma más organizada y sistemática hasta alcanzar un nivel de institucionalización persistente en el tiempo. La Comisión Honoraria de la Laguna del Sauce constituye un ejemplo paradigmático de dicha participación, que trasciende la mera denuncia y avanza a niveles participativos y propositivos relevantes. Los talleres y las propuestas en forma de participación oral o documentos escritos muestran una madurez atípica en dicha participación (cita memorándum). La instalación del Comité de Cuenca sería la oportunidad de avanzar en este proceso. Esto fue cuestionado desde el ámbito jurídico y desde la administración central. En el primer caso el cuestionamiento se basa en que las instituciones disponibles alcanzan y que agregar otra solamente complicaría los procesos y agregaría burocracia. Desde el ámbito nacional se insistió en no debilitar la autoridad de la institución existente y en la inconveniencia de crear instituciones con poder de decisión. Desde ambos ámbitos se señaló la dificultad del proceso de selección de los integrantes de cualquier institución accesoria. Este término comprende los procedimientos y las actividades desde el ámbito estatal a los que agrega las iniciativas y la gestión desde el ámbito de la sociedad civil. La participación directa de los usuarios, vecinos y beneficiarios se puede dar espontáneamente o en forma más organizada y sistemática hasta alcanzar un nivel de institucionalización persistente en el tiempo.

#### **7.4. Hipótesis 4 – Barreras asociadas a diferentes intereses en pugna**

Las diferencias de intereses en relación al uso de los servicios ecosistémicos constituye un fenómeno inherente a los sistemas económico sociales fuertemente dependientes de dichos servicios (Liu et al. 2007). Estas diferencias de intereses entre los usuarios, y entre estos y el Estado confrontan a este último con el desafío de adaptarse constantemente a nuevos escenarios frecuentemente sorprendidos y de trayectoria impredecible. El paradigma del Estado controlador está cuestionado y aparece como ineludible la implementación de prácticas y de instituciones flexibles, capaces de enfrentar en forma rápida y eficiente los cambios bruscos en dichas trayectorias (Carpenter et al. 2006, Pahl et al. 2007). El Estado está, en consecuencia confrontado a encontrar una nueva estrategia que debe combinar aspectos de gestión de recursos escasos con la anticipación de conflictos y su administración cuando se producen.

El contexto del modelo de estudio muestra una creciente presión sobre el territorio entre beneficiarios y actividades económicas a veces incompatibles entre sí. Las entrevistas dejaron en manifiesto la conflictividad potencial que encierra dicha presión en un contexto de fuertes diferencias sociales y económicas. A pesar de esto, la mayoría de los entrevistados no empleó el concepto “conflicto” e incluso evitó definirse como usuario con intereses particulares. Predomina en cambio la autopercepción como sujeto con derechos frente al colectivo y la presentación de demandas frente a la autoridad estatal se realiza con la expectativa de que desde allí surja una solución consensuada o aceptada por todos los demás actores. La imposibilidad de complacer a todos los usuarios a la vez y la necesidad de mecanismos de la negociación con renuncias por parte de todas las partes no parece formar parte del escenario algunos entrevistados. Esto coloca al Estado en el difícil papel de regular conflictos no explícitos por el acceso y el uso de recursos finitos y amenazados en un contexto cultural claramente afiliado al paradigma hegemónico del crecimiento ilimitado de la actividad humana, de la percepción de la naturaleza como fuente inagotable de recursos y concepción de la tecnología como proveedora final de soluciones a cualquier problema (Folke 2005).

Es en este contexto que las limitaciones en el uso de la tierra o para determinadas actividades productivas fácilmente son presentadas en términos de conservación, asociada a la no actividad versus actividad asociada al crecimiento económico y el desarrollo social. Esto no es novedoso ni exclusivo del modelo de estudio. En la literatura se encuentran numerosos ejemplos de esta situación de enfrentamiento entre la actividad económica que responde a necesidades inmediatas y las políticas de manejo sustentable de los ecosistemas (Folke 2005, Barrenechea 2005, Folke 2006, Biggs et al. 2010). La opción de la limitación o prohibición tiene pocas probabilidades de ser seleccionada por los tomadores de decisión porque afecta intereses concretos de grupo y encierra, por lo tanto un gran potencial conflictivo y los expone a críticas y cuestionamientos. Aún si las consecuencias ambientales fueran indiscutibles, su indeterminación temporal y a veces geográfica hace que se diluyan en el horizonte del tomador de decisión. Solamente la visualización de los costos asociados a la actividad económica y la claridad respecto a quién debe hacerse cargo de los mismos podría dar luz a la evaluación económica y permitiría confrontar a los decisores con la totalidad de los costos involucrados en la actividades en cuestión. Pero la integración de los costos

ambientales es compleja por ser son sus causalidades difusas y por ende controvertibles. En el caso del modelo de estudio los tomadores de decisión están confrontados al dilema de optar entre asumir costos actuales por la limitación a la actividad económica y costos futuros y por lo tanto menos medibles, en caso de ocurrir un evento indeseado. Más allá de su aceptación o no, hay coincidencia en que la implementación de medidas restrictivas en el uso de la tierra sería la disparadora de conflictos de intereses que hasta el momento no aparecían en forma explícita. Los costos políticos de dichas medidas y las posibles compensaciones por lucro cesante, eventualmente impuestas a través de juicios contra el Estado fueron identificados como barreras para la implementación de medidas precautorias.

La concepción del territorio como área susceptible a ser repartida de acuerdo a criterios puramente cuantitativos y de las instituciones como instancias rígidas encargadas de administrar dicha administración de acuerdo con criterios establecidos previamente y aplicables de acuerdo a un patrón rígido es por lo menos insuficiente. La legislación actual incorpora el concepto de cuenca hidrográfica que sin embargo es cuestionado como inadecuado por numerosos actores del ámbito nacional. Esto agrega a las diferencias de intereses de los beneficiarios, una puja por la definición del contexto adecuado para analizarlos. La definición del marco conceptual relacionado con la cuenca y del alcance de las competencias del Comité o Comisión dirime la ubicación de los actores y de las instituciones implicadas. Estas diferencias de intereses no refieren al modelo de estudio sino a las instituciones por lo que se manifiestan en forma velada y difícil de explicitar. Este proceso de definición de intereses y de la posterior negociación constituye un desafío para la institucionalidad y para los actores (Brugnach et al. 2008).

En el terreno de la gestión es donde confluyen más claramente las diferencias y los conflictos de las áreas involucradas. Sin embargo, los variados problemas no siempre aparecen como conflictos en los que cada parte trata de hacer prevalecer sus intereses sobre los de los demás beneficiarios o grupos de interés. Por lo contrario, existe una marcada tendencia a presentar los intereses como reclamo de un ámbito a otro. Esto coloca al Estado ante el desafío de formular la diferencia de intereses antes de intentar interceder entre las partes. La expectativa de que esta formulación sea resistida aumenta la posibilidad de que desde el Estado postergue la acción por reales o presuntas falta de recursos para su implementación o de certeza científicas. La presunta falta de información es tratada por la literatura científica en la que concluye que ésta no puede ni debe ser utilizada como razón para no actuar en tiempo y forma (Carpenter & Folke 2006). Esto coincide con el marco legal vigente que explícitamente (Ley 18.610, artículo 8, inciso C). En las entrevistas se constató unanimidad en los ámbitos jurídico y académico en cuanto a colocar los problemas de gestión en el espacio político. La responsabilidad por la falta de ejecución de las medidas impuestas por el marco legal e institucional vigente era de las autoridades y no en presuntas carencias del citado marco. Coincidentemente los entrevistados del ámbito académico consideraron que la información disponible era suficiente para actuar y que no hacerlo era responsabilidad de las autoridades locales o nacionales. Se constata por lo tanto un conflicto provocado por las interpretaciones contradictorias que los diferentes ámbitos hacen de la falta de eficiencia estatal.

El manejo de sistemas complejos desafía al Estado en su rol de rector, monitor y fiscalizador. Las particularidades de estos sistemas hacen indispensable una presencia constante que el Estado no puede ofrecer, aun descentralizando gran parte de la gestión. La falta de fiscalización del Estado facilita el uso irregular del recurso y la ocurrencia de situaciones de hecho de las que es más difícil retroceder y que implican mayor conflictividad por afectar intereses de más actores. El ejemplo de la urbanización a orillas de la laguna es un ejemplo de la omisión por parte del Estado. Una medida precautoria hubiera evitado la situación de confrontación actual, en la que particulares ya realizaron inversiones y se deterioró del cuerpo de agua. A esta situación se agregan las actuaciones contradictorias de los organismos estatales respecto al emprendimiento creando así una situación de incertidumbre jurídica. La situación planteada coloca en falta al Estado y crea una tensión adicional entre las reparticiones en cuanto a la responsabilidad.

La falta de capacidad de control del cumplimiento de las disposiciones vigentes por parte de las instituciones nacionales las coloca en la disyuntiva de delegar parte de su poder a instituciones locales con las que existe una relación de competencia por el control y los recursos. Las entrevistas evidencian una resistencia a la delegación e incluso al reconocimiento del actor local como socio igualitario por parte de los actores nacionales mientras que estos reclaman participación y se sienten desplazados del proceso de decisión. Esta tensión respecto a ejercer la autoridad es el correlato en el terreno de la gestión del conflicto entre las autoridades nacionales y la academia por el control de los flujos de información. Se constató que frecuentemente los intereses particulares de las instituciones y de las personas inciden en un contexto de relaciones interinstitucionales poco pautadas, en el que hasta las simpatías y antipatías personales pueden ser determinantes. Estos conflictos constituyen una fuerte barrera para la implementación de una gobernanza adaptativa, por la diferencia de intereses que comprenden y por el hecho de presentarse en forma velada. Esto se expresa también en la ausencia casi total de algunos actores que serían determinantes para la implementación de un manejo adaptativo. La no participación de algunas dependencias del MGAP en el proceso de discusión constituye un ejemplo de esta ausencia.

## 8. Conclusiones

El proceso de eutrofización del modelo de estudio está suficientemente documentado y no constituye objeto de debate entre las instituciones y beneficiarios. La evidencia científica proporcionada por la academia y difundida en talleres no es puesta en cuestión por ningún actor nacional o local. El rol de la academia como proveedor de insumos o como parte del proceso de decisión constituye una fuente de discrepancias y una barrera para la gestión adaptativa.

Se constata un patrón de conocimientos insuficientes de la mayoría de los actores respecto al funcionamiento de los sistemas complejos. La no incorporación de estos conceptos al proceso de toma de decisión constituye una barrera para el manejo adaptativo.

El paradigma de la Naturaleza infinita y el de la tecnología proveedora de soluciones a cualquier problema son tímidamente cuestionados por algunos actores. La plena vigencia del paradigma del crecimiento económico como medida de bienestar humano constituye una barrera para la internalización de los costos ambientales de los emprendimientos económicos.

El marco institucional vigente define inequívocamente las responsabilidades respecto a la administración del agua en general y al modelo de estudio en particular. Este marco es conocido y aceptado por la mayoría de los actores consultados. Se constatan críticas respecto a su aplicación debidos a la falta de capacitación de los responsables o a diferencias de intereses entre usuarios, de usuarios con el Estado y entre diferentes estamentos estatales. El potencial de conflictos que encierra la situación actual no es completamente percibido por los gestores y tomadores de decisión por lo que no se implementan medidas que los anticipen y conduzcan por trayectorias convenientes.

El marco jurídico vigente es conocido y aceptado mayoritariamente. Las críticas de los actores se concentran en la falta de eficacia del Estado en la fiscalización de su cumplimiento. Se verificaron falta de claridad y discrepancias en cuanto a las responsabilidades relacionadas con este rol. La falta de fiscalización permanente y sistemática constituye una barrera para la implementación de las medidas precautorias, preventivas y correctivas indispensables para el aseguramiento de la fuente de agua potable.

La falta de unanimidad respecto a las competencias del Comité de Cuencas expresan la discrepancia entre el ámbito nacional y el local, y constituyen una potencial fuente de conflictos. También lo es la división del territorio en cuencas y el uso de la cuenca hidrológica como unidad de gestión

Las diferencias de intereses por el uso de los recursos, así como entre las instituciones encargadas de su gestión conforman un complejo entramado de gran potencial conflictivo. Las instituciones actuales no exhiben la flexibilidad adecuada para enfrentar y conducir dichos conflictos por trayectorias adecuadas para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Tampoco se verifica una práctica cooperativa entre las

instituciones y estamentos del Estado, predominando en cambio actitudes competitivas y de exclusión mutua.

La tensión entre los ámbitos local y nacional constituye una de las principales barreras y fuentes de conflicto. Se expresa en diferencias de visión, intereses y procedimientos que dificultan la implementación de una gobernanza adaptativa.

Se constata una falta de visión de gobernanza adaptativa como estrategia a ser explorada, por parte de las instituciones anquilosadas en procesos y procedimientos que demostraron no ser adecuados para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Para revertir el proceso de eutrofización del modelo de estudio es indispensable un cambio de paradigma que habilite la implementación de un manejo adaptativo.

## 9. Perspectivas

El diagnóstico del modelo de estudio es de un sistema eutrófico acelerado. Si el proceso no se detiene es probable que la laguna cambie de estado y entre en fase turbia. Frente a esta perspectiva parece indispensable estudiar diferentes escenarios en función del estado del modelo de estudio.

La academia se ofrece como socio natural para la provisión de los insumos necesarios para la formulación de estos escenarios. Las redes formales e informales existentes, la experiencia de años de cooperación y los materiales producidos constituyen sólidos puntos de partida.

Los talleres participativos demostraron ser herramientas adecuadas para el encuentro interdisciplinario e interinstitucional. El encuentro en un ámbito permisivo con una sólida agenda y la presencia de facilitadores, es una excelente oportunidad de fortalecer vínculos, desarmar prejuicios y democratizar los flujos de información y conocimiento. El clima permisivo y cooperativo de los talleres se ofrece para la transmisión de los conceptos críticos desconocidos y aumentar así la capacidad de comprensión de los sistemas complejos.

El manejo adaptativo como primer paso hacia una gobernanza adaptativa exigen la puesta en práctica de los pasos anteriores en forma sistemática y persistente. Para evitar que en el proceso se reproduzcan los conflictos analizados y que una institución se apropie del mismo a costa de las demás es crítico el aspecto de la participación de todos los actores ya que la ausencia de uno le quitaría legitimidad al proceso.

Es inevitable que se presenten conflictos por el uso del recurso, por el acceso y la administración de la información, y por las investiduras entre las autoridades implicadas. Al diseño institucional y de aprendizaje es necesario por lo tanto agregar criterios de manejo de conflictos.

## 10. Propuestas

El objetivo de las propuestas es contribuir al manejo adaptativo del modelo de estudio que asegure la provisión de agua potable en el futuro. El manejo podría constituir un primer paso hacia la gobernanza adaptativa. La posibilidad de asegurar la fuente a través sistemas de control de una única función, a través de soluciones puramente tecnológicas prescindentes de los servicios ecosistémicos o de sustituir esta fuente por otra, no son consideradas opciones válidas por lo que no son objeto de estas recomendaciones.

### 10.1. *Gestión del conocimiento*

La gestión del conocimiento (actualización, difusión, evaluación) constituye el punto de partida para el manejo integrado. La tensa relación entre la academia y el ámbito de la gestión es una barrera a ser superada. La academia debe ser percibida como socio en la gestión, para lo cual debe apartarse de su agenda propia y adecuar su estrategia de investigación y de comunicación a los receptores del ámbito de la gestión, así como a los grupos de beneficiarios y de usuarios. La participación de la academia debería ser previsible, sistemática y orientada al fortalecimiento de la confianza de los actores encargados del manejo. Por estas razones debe ser constantemente rediseñada (Longstaff & Yang 2008). Esto implica también prestar atención a los problemas en los que desde el ámbito de la gestión se reclama más investigación. Al mismo tiempo es indispensable capacitar a los actores de todos los ámbitos de manera que incorporen los conceptos inherentes a la complejidad a los procesos de toma de decisión.

Para la realización de estos objetivos los talleres demostraron ser herramientas potentes. Para aumentar su impacto se debería incorporar la participación de todos los actores en su preparación, en la realización y en la evaluación de sus resultados.

### 10.2. *Participación*

La participación de los usuarios y beneficiarios sistemática e institucionalizada es indispensable para mantener el compromiso de los actores con la gestión y para asegurar el respeto de las medidas decididas por las instituciones competentes. La participación de todos los ámbitos contribuye a una mejor calidad de las decisiones y a la legitimidad de las mismas. Constituye además un ámbito de detección temprana de conflictos y de fortalecimiento de redes formales e informales entre actores. El Comité de Cuencas puede ser la institución adecuada para vehicular y dar forma institucional de la participación de todos los ámbitos involucrados en la gestión:

- Beneficiarios, es decir personas afectadas en su vida diaria por el objeto de estudio
- Tomadores de decisión en las diferentes escalas espaciales e institucionales involucradas
- Investigadores
- Modelos, es decir representaciones del sistema estudiado (Barreteau et al. 2010)

La discusión sobre la composición, las competencias, la localización y los recursos de que disponga dicho Comité presentan una posibilidad de enriquecer su proceso fundacional y darle más legitimidad.

En este punto es fundamental el rol de algunos agentes locales, ya sea vecinos como algunos funcionarios locales que gozan de gran prestigio y capacidad de convocatoria, además del conocimiento del modelo de estudio. La participación de estas personas es ineludible y debe ser atendida especialmente.

### **10.3. Fiscalización**

La fiscalización del cumplimiento de las disposiciones vigentes demostró ser una barrera crítica para el manejo. Quedó también en evidencia que esta actividad no puede ser llevada a cabo solamente por el Estado y menos aun desde la autoridad nacional. También en este punto es ineludible la participación del ámbito local de manera de asegurar una detección precoz y eficiente de las posibles infracciones. En el modelo de estudio los pescadores constituyen un grupo de usuarios relevante por su dependencia directa de un recurso íntimamente relacionado con el estado de la laguna. Como vecinos de la laguna se puede presumir una vinculación y un conocimiento del sistema. La participación de los pescadores en el Comité de Cuenca y su capacitación como monitores y fiscalizadores es una ventana de oportunidad. Existen otros ejemplos en el país, como la gestión de los bosques ribereños, que pueden ser utilizados como fuente conocimiento para convertir a usuarios en cogestores del recurso.

Otro actor importante para la fiscalización es la Base Aeronaval cita a orillas de la laguna. La base dispone de personal, vehículos e infraestructura de la que no disponen la policía, la OSE o la Intendencia Municipal de Maldonado. Desde la base se realizan además vuelos rutinarios en la zona en los que podría incorporar una rutina de monitoreo de la cuenca en forma coordinada con los demás organismos.

### **10.4. Internalización de costos**

La internalización de los costos de las actividades económicas constituye un objetivo ineludible para que los precios del servicio reflejen los verdaderos costos y las autoridades responsables de la administración dispongan de los recursos necesarios para el manejo. Los mecanismos de mercado y la coordinación descentralizada no son suficientes, ya que la gran cantidad y dispersión de beneficiarios inhiben negociaciones voluntarias entre las partes y dificultan la circulación de información actualizada sobre la contaminación desde cada fuente (Caffera 2010).

Existe acuerdo entre los entrevistados de todos los ámbitos que las herramientas a ser utilizadas deberán congeniar el principio precautorio con el de "el que contamina paga" (Constanza & Cornwell 1992). El primer principio tiene un carácter preventivo y constituye una guía para el manejo. Pero en caso de constatare un daño o una infracción, debe operar el otro. Ambos principios son indispensables para un manejo adaptativo y deben ser constantemente evaluados y corregidos de manera de que realmente cumplan con el objetivo del mantenimiento del servicios ecosistémicos.

Como instrumentos económicos de regulación se ofrece una amplia paleta que va desde lo prescriptivo y los incentivos económicos hasta los impuestos y los subsidios de las que no debería ser descartada ninguno a priori. Entre estas instrumentos parece ineludible el pago por los servicios ecosistémicos (Milder et al. 2010) aunque sea de difícil articulación por el costo político asociado. En la medida en que se concrete el manejo adaptativo en forma iterativa se podrán corregir y ajustar dichos instrumentos.

La elaboración de estas herramientas, la capacitación para su implementación y la evaluación de los resultados son excelentes oportunidades de trabajo interdisciplinario.

### **10.5. Estrategia local**

El modelo de estudio se podría constituir en un ejemplo paradigmático de manejo integrado de un cuerpo de agua y su cuenca asociada. La unanimidad de la vocación de la laguna como fuente de agua potable, la disponibilidad de estudios y conocimientos sobre su estado, la presencia de actores calificados a nivel local así como la participación institucional y de vecinos constituyen un auspicioso punto de partida inexistente en otros casos similares.

En la medida en que todos los actores reconozcan esta oportunidad única para el departamento y para la región, será más fácil el abandono de actitudes puramente reivindicativas y de denuncia para dar paso a la participación cooperativa acompañada de un proceso de institucionalización y aprendizaje iterativo.

Las instalaciones de la OSE en la orilla de la Laguna se ofrecen como lugar estratégico para la instalación de la Cuenca. Por un lado este lugar ya es visualizado por numerosos vecinos como el receptor de denuncias y propuestas. Por otro lado, su ubicación facilitaría desde el punto de vista operativo la coordinación entre la OSE, la Base Aeronaval y la Intendencia sin necesidad de construir otra infraestructura. La cercanía de los laboratorios facilitaría la recepción de muestras y la realización de algunos análisis. Todos estos aspectos significan un mejor uso de las instalaciones existentes sin necesidad de grandes inversiones. Finalmente, se evita de esta forma la polémica entre las instituciones sobre la ubicación física del Comité.

### **10.6. Gobernanza adaptativa**

La estrategia adecuada para integrar los diferentes ámbitos en una estrategia de aseguramiento de los servicios ecosistémicos es la gobernanza adaptativa. Esta aumenta la eficiencia de las instituciones estatales con una mejora continua de la gestión y con la participación calificada y permanente de los usuarios y beneficiarios.

La construcción de la gobernanza es un proceso lento que comienza con la implementación del manejo adaptativo. Este incorpora conceptos de la complejidad en el proceso de toma de decisión y favorece el compromiso de todos los implicados con la calidad en la gestión y el aprendizaje continuo. Se constituye también en un camino de fortalecimiento de las redes formales e informales vínculos y flujos de conocimientos entre usuarios y actores. La toma de decisiones deja de tener lugar en un compartimento cerrado y se constituye en un proceso participativo de aprendizaje que implica el compromiso con la calidad y responsabilidad en las decisiones en las diferentes instituciones relacionadas con la gestión.

El resultado de este proceso es la elaboración de estrategias de gestión de conflictos que incorporen la negociación a partir de la discusión de escenario y de la evaluación de riesgos. Para que la participación contribuya al fortalecimiento de la fiscalización en el cumplimiento de las disposiciones vigentes con participación de grupos de beneficiarios es indispensable el fortalecimiento de actores locales influyentes por gozar de reconocimiento de todos los ámbitos involucrados (*mavens*).

## 11. Apéndice - Legislación relacionada consultada

### 11.1. **Ley 13.667 Conservación de suelos y aguas**

Montevideo, 18 de junio de 1968

<http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=13667&Anchor=>

### 11.2. **Ley 14.859 Código de Aguas**

Montevideo, 15 de diciembre de 1978

<http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=14859&Anchor=>

### 11.3. **Ley 15.239 Ley de Uso y Conservación de los Suelos y de las Aguas**

Montevideo, 7 de enero de 1982

[http://www.anp.com.uy/institucional/sistemasGestion/ambiental/InventarioLegalAmbiental/Recurso\\_Agua/leyes/Ley%20N%C2%BA%2015.239.pdf](http://www.anp.com.uy/institucional/sistemasGestion/ambiental/InventarioLegalAmbiental/Recurso_Agua/leyes/Ley%20N%C2%BA%2015.239.pdf)

### 11.4. **Ley 17.234 Sistema Nacional de Areas Naturales**

Montevideo, 22 de febrero de 2000

<http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=17283&Anchor=>

### 11.5. **Ley 17.283 Ley General de Protección del Medio Ambiente**

Montevideo, 28 noviembre de 2000

<http://www.parlamento.gub.uy/leyes/ AccesoTextoLey.asp?Ley=17283&Anchor=>

### 11.6. **Ley 18.308 Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable**

Montevideo, 18 de Junio de 2008

<http://www.mvotma.gub.uy/dinot/datos/Portada/Ley Ordenamiento Territorial.pdf>

### 11.7. **Proyecto para el Control de la contaminación y gestión de la calidad del agua en la cuenca del Río Santa Lucía – Informe de avance de marzo de 2009**

<http://www.dinama.gub.uy/jica/>

### 11.8. **Ley 18.610 Ley de Principios Rectores de la Política Nacional de Aguas**

Montevideo, 2 de octubre de 2009

[http://www.mvotma.gub.uy/dinasa/datos/legislacion/ley\\_18610\\_aguas.pdf](http://www.mvotma.gub.uy/dinasa/datos/legislacion/ley_18610_aguas.pdf)

## 12. Fuentes

ABEL, Nick; CUMMING, David H. M.; ANDERIES John M. Collapse and Reorganization in Social-Ecological Systems: Questions, Some Ideas, and Policy Implications. En: *Ecology and Society*. 2006, 11(1):17.

ADABÁSHEV. I. *El hombre corrige el planeta*. Moscú: Editorial Progreso, 1971.

BARRENECHEA, Pedro. *Valoración económica de bienes y servicios ambientales. Marco conceptual y antecedentes en Uruguay*. Uruguay: Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, 2005. (Serie Documentos de Trabajo, N° 3).

BARRETEAU, Olivier; BOTS, Pieter W. G.; DANIELL, Katherine A. A Framework for Clarifying "Participation" in Participatory Research to Prevent its Rejection for the Wrong Reasons. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):1.

BARROW, John. D. *Imposibilidad. Los límites de la ciencia y la ciencia de los límites*. 1ª ed. Barcelona: Gedisa, 1999. ISBN: 84-7432-693-1.

BENNETT, Elena; BALVANERA, Patricia. The future of production systems in a globalized world. En: *Frontiers in Ecology and the Environmental*. 2007, 5(4):191-198.

BERKES, Fikret; COLDING, Johan; FOLKE, Carl. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. En: *Ecological Applications*. 2000, 10(5):1251-1262.

BIGGS, Reinette; WESTLEY, Frances R.; CARPENTER, Stephen R. Navigating the Back Loop: Fostering Social Innovation and Transformation in Ecosystem Management. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):9.

BOOHER, David E.; INNES, Judith, E. Governance for Resilience: CALFED as a Complex Adaptive Network for Resource Management. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(3):35.

BRUCKNER, Pascal. *Miseria de la prosperidad. La religión del mercado y sus enemigos*. 1ª ed. Barcelona: Tusquets, 2003. ISBN: 84-8310-858-5.

BRUGNACH, Marcela; DEWULF, Art; PAHL-WOSTL, Claudia; TAILLIEU, Tharsi. Toward a Relational Concept of Uncertainty: about Knowing Too Little, Knowing Too Differently, and Accepting Not to Know. En: *Ecology and Society*. 2008, 13(2):30.

BRÜSEKE, Franz Josef. Risco Social, Risco Ambiental, Risco Individual. En: *Ambiente e Sociedade*. 1997, 1:117-133.

CAFFERA, Marcelo. Estrategias para reducir o eliminar las barreras económicas asociadas al uso sostenible de servicios ecosistémicos. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

CALAME, Pierre. *Hacia una revolución de la gobernanza. Reinventar la democracia*. 1ª ed. Santiago: LOM Ediciones, 2009. ISBN: 978-956-00-0031-6.

CARPENTER, Stephen R.; BENNETT, Elena M.; PETERSON, Garry D. Scenarios for Ecosystem Services: An Overview. En: *Ecology and Society*. 2006, 11(1):29.

CARPENTER, Stephen R.; FOLKE, Carl. Ecology for transformation. En: *Trends in Ecology and Evolution*. 2006, 21(6):309-315.

CARPENTER, Stephen R.; WESTLEY, Frances; TURNER, Monica. 2005. Surrogates for Resilience of Social-Ecological Systems. En: *Ecosystems*. 2005, (8):941-944.

CHAPIN III, F. Stuart; MATSON, Pamela; MOONEY, Harold A. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Nueva York: Springer-Verlag, 2002. ISBN: 978-0-387-95443-1.

COSTANZA, Robert; CORNWELL, Laura. The 4P approach to dealing with scientific uncertainty. En: *Environment*. 1992, 34(9):12-42.

DAILY, Gretchen C.; POLASKY, Stephen; GOLDSTEIN, Joshua; KAREIVA, Peter M.; MOONEY, Harold A.; PEJCHAR, Liba; RICKETTS, Taylor H.; SALZMAN, James; SHALLENBERGER, Robert. Ecosystem services in decision making: time to deliver. En: *Front. Ecol. Environ*. 2009, 7(1):21-28.

DELEAGE, Jean Paul. *Historia de la Ecología*. Montevideo: Nordan Comunidad, 1991. ISBN: 9974-42-005-9.

DEUTSCH, Lisa; FOLKE, Carl; SKANBERG, Kristian. The critical natural capital of ecosystem performance as insurance for human well-being. En: *Ecological Economics*. 2003, 44:205-217.

DIAMOND, Jared. *Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen*. Frankfurt am Main: S. Fischer Verlag GmbH, 2005. ISBN: 978-3-596-16730-2.

EKINS, Paul; SIMON, Sandrine; DEUTSCH, Lisa; FOLKE, Carl; DE GROOT, Rudolf. A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. En: *Ecological Economics*. 2003, (44):165-185.

ELMQVIST, Thomas; FOLKE, Carl; NYSTRÖM, Magnus; PETERSON, Garry; BENGTSSON, Jan; WALKER, Brian; NORBERG, Jon. Response diversity, ecosystem change, and resilience. En: *Front. Ecol. Environ.* 2003, 1(9):488-494.

FABRICIUS, Christo; FOLKE, Carl; CUNDILL, Georgina; SCHULTZ, Lisen. Powerless Spectators, Coping Actors, and Adaptive Co-managers: a Synthesis of the Role of Communities in Ecosystem Management. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(1):29.

FACULTAD DE ARQUITECTURA. *Talleres territoriales de Maldonado. "Construyamos el territorio departamental entre todos". Taller territorial microrregión. Maldonado/Punta del Este.* Uruguay: Instituto de Teoría de la Arquitectura y Urbanismo, 2008.

FACULTAD DE CIENCIAS. *Plan de gestión integrado de la Laguna Del Sauce (Maldonado – Uruguay).* Proyecto DICYT/PDT – Convocatoria N° 65, 2006. Proyectos de investigación científica y/o desarrollo tecnológico en el área de oportunidad: "Uso y conservación de recursos naturales y gestión de residuos".

FAZEY, Ioan; FASEY, John A.; FAZEY, Della M. A. Learning More Effectively from Experience. En: *Ecology and Society*. 2005, 10(2):4.

FOLKE, Carl. The Economic Perspective: Conservation against Development versus Conservation for Development. En: *Conservation Biology*. 2006, 20(3):686-688.

FOLKE, Carl. Social–ecological systems and adaptive governance of the commons. En: *Ecological Research*. 2007, (22):14–15.

FOLKE, Carl; CARPENTER, Steve; ELMQVIST, Thomas; GUNDERSON, Lance; HOLLING C.S.; WALKER, Brian. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. En: *Ambio*. 2002, 31(5):437-440.

FOLKE, Carl; CARPENTER, Steve; WALKER, Brian; SCHEFFER, Marten; ELMQVIST, Thomas; GUNDERSON, Lance; HOLLING, C.S. Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. En: *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 2004, 35:557-581.

FOLKE, Carl; HAHN, Thomas; OLSSON, Per; NORBERG, Jon. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. En: *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2005, (30):441-73

FOLKE, Carl; PRITCHARD JR., Lowell; BERKES, Fikret; COLDING, Johan; SVEDIN, Uno. The Problem of Fit between Ecosystem and Institutions: Ten Years Later. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(1):30.

FORT, Hugo; MAZZEO, Néstor; SCHEFFER, Marten. Señales de alerta temprana de cambios catastróficos. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

GOLDSTEIN, Bruce Evan. Resilience to Surprises through Communicative Planning. En: *Ecology and Society*. 2009, 14(2):33.

GOTTS, Nicholas, M. Resilience, Panarchy, and World-Systems Analysis. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(1):24.

GUNDERSON, Lance. Ecological and Human Community Resilience in Response to Natural Disasters. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):18.

GUNDERSON, Lance; CARPENTER, Steve R.; FOLKE, Carl; OLSSON, Per; PETERSON, Garry. Water RATs (Resilience, Adaptability, and Transformability) in Lake and Wetland Social-Ecological Systems. En: *Ecology and Society*. 2006, 11(1):16.

GUNDERSON, Lance; HOLLING, C.S. *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*. Washington: Island Press, 2002. ISBN: 1-55963-857-5.

HARDIN, Garrett. The Tragedy of the Commons. En: *Science*. 1968, 162(3859):1243-1248.

HOLLING, C. S. From complex regions to complex worlds. En: *Ecology and Society*. 2004, 9(1):11.

HUGHES, Terence P.; BELLWOOD, David R.; FOLKE, Carl; STENECK, Robert S.; WILSON, James. New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. En: *Trends in Ecology and Evolution*. 2005, 20(7):380-386.

HUITEMA, Dave; MEIJERINK, Sander. Realizing water transitions: the role of policy entrepreneurs in water policy change. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):26.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Guidance Notes for Lead Authors of the IPCC Fourth Assessment Report on Addressing Uncertainties. En: IPCC. *Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and of Options*, (11 – 13 de mayo, 2004, Maynooth). Maynooth: IPCC, 2005.

LINDLEY, David. *Incertidumbre*. 1ª ed. Barcelona: Ariel, 2008. ISBN: 978-84-344-5348-7.

LIU, Jianguo; DIETZ, Thomas; CARPENTER, Steve; FOLKE, Carl; ALBERTI, Marina; REDMAN, Charles L.; SCHNEIDER, Stephen H.; OSTROM, Elinor; PELL, Alice N.; LUBCHENCO, Jane; TAYLOR, William W.; OUYANG, Zhiyun; DEADMAN, Peter; KRATZ, Timothy; PROVENCHER, William. Coupled Human and Natural Systems. En: *Ambio*. 2007, 36(8):639-649.

LONGSTAFF, P.H.; YANG, Sung-Un. Communication Management and Trust: Their Role in Building Resilience to "Surprises" Such As Natural Disasters, Pandemic Flu, and Terrorism. En: *Ecology and Society*. 2008, 13(1):3.

MARCOS, Alfredo. *Ciencia y acción. Una filosofía práctica de la ciencia*. México: FCE, 2010. (Colección Breviarios; 567). ISBN: 978-607-16-0166-7.

MAZZEO, Néstor; GARCÍA RODRÍGUEZ, Felipe; RODRÍGUEZ, Adriana; MÉNDEZ, Gustavo; IGLESIAS, Carlos; INDA, Hugo; GOYENOLA, Guillermo; GARCÍA, Soledad; FOSALBA, Claudia; MARRONI, Soledad; CRISCI, Carolina; DEL PUERTO, Laura; CLEMENTE, Juan; PACHECO, Juan Pablo; CARBALLO, Carmela; KROGER, Alejandra; VIANNA, Mariana; MEERHOFF, Mariana; STEFFEN, Manfred; LAGOMARSINO, Juan José; MASDEU, Malvina; VIDAL, Nicolás; TEIXEIRA DE MELLO, Franco; GONZÁLEZ BERGOSONI, Iván; LARREA, Diego. Estado trófico de Laguna del Sauce y respuestas asociadas. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

MAZZEO, Néstor; RODRÍGUEZ, Adriana; FORT, Hugo; SCHEFFER, Marten. Eutrofización de lagos o reservorios poco profundos. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

MILDER, Jeffrey C.; SCHERR, Sara J.; BRACER, Carina. Trends and Future Potential of Payment for Ecosystem Services to Alleviate Rural Poverty in Developing Countries. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):4.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Estados Unidos: Island Press, 2003. ISBN: 9781559634021.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Living Beyond Our Means. Natural Assets and Human Well Being*. Washington: Millenium Ecosystem Assesment, 2005.

MILLER, Thaddeus R.; BAIRD, Timothy D.; LITTLEFIELD, Caitlin M.; KOFINAS, Gary; CHAPIN III, F. Stuart; REDMAN, Charles, L. Epistemological Pluralism: Reorganizing Interdisciplinary research. En: *Ecology and Society*. 2008, 13(2):46.

MYERS, Norman; KENT, Jennifer. *The citizen is willing, but society won't deliver: The problem of institutional roadblocks*. Canada: International Institute for Sustainable Development, 2008. ISBN: 978-1-894784-25-2.

NATERA, Antonio. *La noción de gobernanza como gestión pública participativa y reticular*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ciencia Política y Sociología, 2004. (Documentos de Trabajo Política y Gestión). ISSN: 1698-482X.

OLSSON, Per; FOLKE, Carl; BERKES, Fikret. Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social-Ecological Systems. En: *Environmental Management*. 2004, 34(1):75-90.

OLSSON, Per; FOLKE, Carl; HAHN, Thomas. Social-ecological transformation for ecosystem management: the development of adaptive co-management of a wetland landscape in southern Sweden. En: *Ecology and Society*. 2004, 9(4):2.

PAGIOLA, Stefano; ZHANG, Wei; COLOM, Ale. Can Payments for Watershed Services Help Finance Biodiversity Conservation? A Spatial Analysis of Highland Guatemala. En: *Journal of Natural Resources Policy Research*. 2010, 2(1):7-24.

PAHL-WOSTL, Claudia; SENDZIMIR, Jan; JEFFREY, Paul; AERTS, Jeroen; BERKAMP, Ger; CROSS, Katharine. Managing Change toward Adaptive Water Management through Social Learning. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(2):30.

PITCHER, Tony J.; LAM, Mimi E. Fishful Thinking: Rhetoric, Reality, and the Sea Before Us. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(2):12.

RESÉNDIZ NUÑEZ, Daniel. *El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo se transforma el mundo*. México: FCE, SEP, CONACyT, 2008. ISBN: 978-968-16-8444-0.

RODRIGUEZ, Adriana; MENDEZ, Gustavo; KAUSAS, Susana; CLEMENTE, Juan; KRÖGER, Alejandra & MAZZEO, Néstor. Importancia de la carga externa e interna de nutrientes en el estado trófico de Laguna del Sauce. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

SCHEFFER, Marten; BROCK, William; WESTLEY, Frances. Socioeconomic mechanisms preventing optimum use of ecosystem services: An interdisciplinary theoretical analysis. En: *Ecosystems*. 2000, 3:451–471.

SCHEFFER, Marten; CARPENTER, Steve; FOLEY, Jonathan A.; FOLKE, Carl; WALKER, Brian. Catastrophic shifts in ecosystems. En: *Nature*. 2001, 413:591-596.

SCHEFFER, Marten; WESTLEY, Frances R.; The Evolutionary Basis of Rigidity: Locks in Cells, Minds, and Society. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(2):36.

SCHEFFER, Marten; WESTLEY, Frances; BROCK, William. Slow Response of Societies to New Problems: Causes and Costs. En: *Ecosystems*. 2003, (6):493-502.

SCHEPELMANN, Philipp; GOOSENS, Yanne; MAKIPPA, Arttu. *Towards Sustainable Development: Alternatives to GDP for measuring progress*. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2010. ISBN: 978-3-929944-81-5.

STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo; Hourcade, Jorge, SCIANDRO, José. Barreras socio-económicas que limitan el uso sustentable de servicios ecosistémicos. En: STEFFEN, Manfred; INDA, Hugo (eds). *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. Montevideo: Facultad de Ciencias/Instituto Saras, en prensa.

TALEB, Nassim Nicholas. *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona: Paidós, 2008. ISBN: 978-84-493-2077-4.

Uruguay. Fiscalía Letrada de la República Nacional en lo Civil de Tercer Turno. Fiscalía en lo civil de 3<sup>er</sup> Turno c/ MVOTMA. Intimación. Sentencia definitiva N° 53/2009, de 29 de octubre.

Uruguay. Fiscalía Letrada de la República Nacional en lo Civil de Tercer Turno. Fiscalía letrada en lo civil de Tercer Turno con Poder Ejecutivo -MVOTMA- Diligencia Preparatoria - Intimación. Recurso de apelación, de 19 de noviembre de 2009, contra Sentencia definitiva N° 53/2009, de 29 de octubre.

VAN DER BRUGGE, Rutger; VAN RAAK, Roel. Facing the Adaptive Management Challenge: Insights from Transition Management. En: *Ecology and Society*. 2007, 12(2):33.

VAN NES, Egbert H.; SCHEFFER, Marten. Slow Recovery from Perturbations as a Generic Indicator of a Nearby Catastrophic Shift. En: *The American Naturalist*. 2007, 169(6):738-747.

VAUGHAN, Hague H.; WAIDE, Robert B.; MAASS, J Manuel; EZCURRA, Exequiel. Developing and delivering scientific information in response to emerging needs. En: *Front. Ecol. Environ.* 2007, 5(4):W8-W11.

VITOUSEK, Peter M.; EHRLICH, Paul R.; EHRLICH, Anne H.; MATSON, Pamela A. Human Appropriation of the Products of Photosynthesis. En: *BioScience*. 1986, 36(6):368-373.

VON KORFF, Yorck; D'AQUINO, Patrick; DANIELL, Katherine A.; BIJLSMA, Rianne. Designing Participation Processes for Water Management and Beyond. En: *Ecology and Society*. 2010, 15(3):1.

WALKER, Brian; GUNDERSON, Lance; KINZIG, Ann; FOLKE, Carl; CARPENTER, Steve; SCHULTZ, Lisen. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. En: *Ecology and Society*. 2006, 11(1):13.

## Agradecimientos

A mi tutor Néstor Mazzeo, maestro y amigo,

a todos y cada uno de los docentes de la Maestría de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias,

a Alice Altesor, Verónica Filardo y José Sciandro, integrantes del tribunal, por sus críticas y su aliento,

a Gabriela Eguren por su orientación en los comienzos,

a todos los entrevistados.

A mi sobrina Marina Barrientos por su mirada crítica.

A mi compañera Stella por su acompañamiento en el largo camino.

A Victoria y David, que siempre estuvieron allí.

