

Tipos, Modos de Generación y Gobernanza del Conocimiento para la Gestión de la Biodiversidad*

Types, Modes of Production and Knowledge Governance for Biodiversity Management

Both the science of parts and the science of the integration of parts are essential. Those more comfortable in exercising only one of these have the responsibility to understand the other. Otherwise the science of parts can fall into the trap of providing precise answers to the wrong question and the science of the integration of parts into providing useless answers to the right question.

(Holling, 1998)

Germán Ignacio Andrade Pérez**

Eduardo Wills Herrera***

Recibido: 2010-08-05

Aceptado: 2010-11-01

Publicado: 2010-12-30

* Agradecimientos: A la Junta Directiva y personal del Instituto Humboldt, en especial su directora Eugenia Ponce de León, quienes apoyaron el proceso. A los colegas del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, y la Universidad Javeriana, quienes adelantaron la revisión de la Política Nacional de Biodiversidad, de la cual se benefició este ejercicio. A Julio Carrizosa Umaña y Manuel Rodríguez Becerra, por comentarios sobre la relación entre ciencia y toma de decisiones. La Fundación *Overbrook* apoyó la fase de estudio que alimentó la elaboración del presente artículo (GIAP).

Este artículo es producto del trabajo de Consultoría con el Instituto Alexander von Humboldt (GIA) e investigación en la Facultad de Administración (GIAP y EWH).

** Biólogo, MES. Facultad de Administración. Universidad de los Andes. Correo electrónico: gandrade@uniandes.edu.co y Consejo Científico del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

*** Ph.D. en Comportamiento Organizacional, M.S en Estudios del Desarrollo, Profesor Asociado. Facultad de Administración, Universidad de los Andes. Correo electrónico: ewills@uniandes.edu.co

Resumen

Se presentan elementos conceptuales de una reflexión sobre la interfaz Ciencia-Política en el manejo de la biodiversidad en Colombia. Se expone la evolución del concepto de diversidad biológica y temas inesperados que surgen en torno a su gestión desde 1992. Después de argumentar la necesaria complementariedad entre las culturas científicas, se diferencian los componentes del conocimiento en ciencia básica, analítica, interpretativa y adaptativa. Se revisan los conceptos de incertidumbre epistémica y esencial, y se presenta la dimensión del riesgo en la toma de decisiones. Se argumenta que las dos culturas científicas, los componentes y la gobernanza del conocimiento y el tipo de incertidumbre, se relacionan con dos modos de producción de conocimiento. Se concluye sobre la necesidad de diseñar nuevos esquemas de gobernanza del conocimiento que permitan crear espacios para el aprendizaje y la innovación, con la integración y el equilibrio de los componentes de conocimiento en una institución situada en la interfaz conocimiento-decisiones. Se enfatiza la urgencia de la ciencia integrativa e interpretativa y la gestión de redes y gobernanza del conocimiento, para la gestión de la biodiversidad.

Palabras clave autores: Gestión de la biodiversidad, interfaz ciencia-política, ciencia integrativa, redes de conocimiento

Palabras clave descriptores: ESTO SE ENCARGA LA EDITORIAL

Abstract

This article presents a conceptual framework developed for the analysis of the organizational structure of the Science – Policy interface for biodiversity management in Colombia. A presentation of the changes underwent by the concept of biological diversity since 1992 is followed by a brief description of some emerging unexpected issues regarding biodiversity management. After arguing on the necessary complementation of the so called “two cultures in science and ecology”, the components of an integrated approach to knowledge are presented: discipline-orientated, integrative, interpretative and adaptive science. The concepts of epistemic and essential uncertainty are presented, and complemented with a discussion on societal risks associated to political decisions. It is then argued for the need of a balanced interplay between basic and integrative science, which are presented as related to two modes of knowledge production. We conclude that a new governance model for knowledge production is needed, encouraging openness and learning, on the basis of equilibrium between types, modes and knowledge governance. On the short term, we argue for the need of strengthening integrative science and knowledge network management, for urgent biodiversity conservation.

Key words authors: Biodiversity management, science – policy interface, integrative science, knowledge networks.

Key words plus:

INCORPORAR RESUMEN EN FRANCES (SE ENCARGARA LA EDITORIAL)

Introducción

Como resultado del Convenio de Diversidad Biológica (CDB)¹, a partir de 1992, en algunos países, se crearon instituciones y organizaciones específicas para la biodiversidad. En México, se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), con la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento, conservación y uso sustentable de la diversidad biológica. Costa Rica, con el Instituto Nacional de La Biodiversidad (InBio), optó por una organización de la sociedad civil, no gubernamental, sin fines de lucro y de interés público, para apoyar el conocimiento y uso sostenible de la diversidad biológica. Francia, con una comunidad científica amplia, eligió la creación del Instituto Nacional de la Biodiversidad, de carácter corporativo y con una función pública, para liderar la coordinación y difusión de la información basada en investigación de la biodiversidad. En Colombia, la Ley 99 de 1993 estableció el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), con funciones investigativas en torno a las acciones de “promover, coordinar y realizar” investigaciones para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Las instituciones y organizaciones creadas tienen funciones exclusivamente de investigación (Costa Rica), de promoción, coordinación y divulgación (Francia) y las que combinan la promoción, coordinación y ejecución directa de investigación (México² y Colombia). La propuesta en Colombia representó cierta novedad, pues la nueva institución estaba llamada no solo a aumentar las investigaciones sobre la diversidad biológica sino, a través de vinculación con el Ministerio del Medio Ambiente, a proveer conocimiento para alimentar las políticas públicas, es decir fue concebida para actuar en la interfaz entre ciencia y decisiones³. Sin embargo, no quedó totalmente definido el tipo de investigación: si se trataba de investigación científica disciplinar como la desarrollada por las universidades y arbitrada por pares académicos, o investigación interdisciplinaria para la práctica en conjunción con los grupos involucrados por la política pública.

-
- 1 Uno de los acuerdos resultantes de la Cumbre Ambiental de Río de Janeiro en 1992.
 - 2 Su función es más de difusión y vinculación entre los centros de investigación y las regulaciones de la política pública de la Secretaría del Medio Ambiente y de la Procuraduría Federal para el Medio Ambiente.
 - 3 En los dispositivos legales reglamentarios de la Ley 99 (Decreto 1603 de 1994), las funciones especificadas incluyeron el manejo de información, monitoreo, promoción y coordinación, creación de estándares, y apoyo al Sistema Nacional Ambiental; otro conjunto amplio de funciones se refiere a la ejecución directa o en cooperación de investigación básica y aplicada sobre numerosos temas de la diversidad biológica. Para el ex ministro Manuel Rodríguez Becerra, la función de interfaz ciencia-política fue una decisión explícita en el momento de su creación (comunicación personal).

Dieciocho años después, a nivel mundial, se reconoce una crisis en la interfaz entre generación de ciencia y formulación e implementación de políticas públicas. No solo porque la diversidad biológica sigue disminuyendo, sino porque en este proceso las preguntas y respuestas que se dan en la sociedad para su gestión, no parecen beneficiarse del conocimiento avanzado sobre la biodiversidad. Esta situación, aunada con la estrechez de recursos financieros que acusa la investigación en general, y en particular en el Sistema Nacional Ambiental, llevó a proponer una reflexión sobre la estructura y mandato institucional del IAvH, cuyo marco conceptual se presenta en este ensayo.

Desajuste original

Se parte de la identificación de un desajuste entre ciencia y política pública, que, en términos convencionales, puede expresarse en que quienes toman decisiones perciben que la información entregada por los científicos no es siempre relevante y pertinente, y en la práctica las decisiones se toman sin suficiente o adecuada información. Los científicos, de su parte, perciben que su papel es maximizar el conocimiento y la certeza, y cuando el conocimiento científico es insuficiente y las consecuencias de la acción no pueden preverse, los decisores de política deberían abstenerse de tomar tales decisiones. En ausencia de esta lógica de procedimiento, los científicos lamentan que las presiones políticas y la urgencia de la acción lleven a desconocer sus recomendaciones.

Hoy, se reconoce que en la interfaz entre ciencia y política pública hay una problemática generalizada a nivel mundial (Larigaudery & Mooney, 2010a). Para enfrentar esta situación se creó el Panel Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES por sus siglas en inglés), entidad a semejanza del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), de carácter gubernamental y que propende por la calidad e independencia científica (Larigaudery & Mooney, 2010b). El IPBES había avanzado EN 2009 en un “análisis de vacíos”, con el fin de entender mejor las falencias en las relaciones entre el conocimiento científico y la toma de decisiones que afectan la biodiversidad, reconociendo que la interfaz ciencia-decisiones recibe una atención inmensamente inferior a la producción científica⁴ (van den Hove & Chabason, 2009). Se propone una agenda de trabajo que incluye la preparación de síntesis autorizadas sobre el estado de la biodiversidad y su relación con el bienestar humano; además de superar el problema de la comunicación entre los científicos y los decisores. Un aspecto central de

4 En efecto, pocos países han creado instituciones con este fin. En los Estados Unidos esta función es frecuentemente asumida por la academia, o por algunas ONG como los *think tanks*.

la propuesta del IPBES es que los resultados de la ciencia se presenten en forma de alternativas para la toma de decisiones, urgiendo la creación de capacidades para usar e interpretar la ciencia (*brokering knowledge*) y la traducción del conocimiento.

El IPBES recomienda además tener en cuenta otros tipos de conocimiento a partir de los actores y sectores involucrados (*stakeholders*), que sea interdisciplinar, además de crear espacios para el conocimiento no formal y el aprendizaje colectivo. Así, la brecha no sería ya solo entre ciencia y política, sino entre conocimiento y toma de decisiones. ¿Cuál es entonces el tipo de conocimiento más adecuado para la toma de decisiones públicas y cuál su forma de construcción en la sociedad? Un paso para acercar la ciencia y la política es reconocer que recientemente ha sucedido una evolución muy rápida en el desarrollo y entendimiento del concepto de biodiversidad, y de los procesos que la afectan.

Evolución del concepto de biodiversidad

Biodiversidad como concepto científico con implicaciones políticas, tiene sus orígenes en los atributos de la diversidad biológica desarrollados por las ciencias biológicas y reconocidos en el ámbito del CDB, que la define como “la variedad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (CDB, Art.2). Empero, desde 1992 hasta hoy, las ciencias vienen develando la complejidad y emergencia de nuevas dimensiones asociadas a dicho concepto.

El reconocimiento de los patrones espaciales y temporales de la biodiversidad tiene implicaciones en las agendas de investigación para apoyar su gestión y conservación. Halffter y Moreno (2005) argumentan que la cantidad de especies que se encuentra en un sitio (diversidad alfa), o la que se adiciona al pasar de un sitio o hábitat a otro (diversidad beta), está determinada por la diversidad regional (gama); es decir que la riqueza biológica y la naturaleza de los ensamblajes es una propiedad que depende de su particular historia ecológica y evolutiva. La dimensión biogeografía es atributo de escala superior (espacial y temporal), así como la historia humana de su transformación. Para Fuentes (1994) “la biodiversidad es un producto único de la historia y un atributo singular de la geografía. La biodiversidad es hoy diferente de lo que fue en el pasado, y también difiere entre un lugar y otro. No existen replicas para biodiversidad en el espacio y en el tiempo. Cada lugar y tiempo es único en su diversidad particular”.

En los ecosistemas la diversidad no es solo de estructura o composición, con sus manifestaciones espaciales complejas, sino que relacionadas con ésta, la diversidad biológica es también funcional. Así, el empobrecimiento multiescala de la diversidad biológica (desde lo local a lo regional, por ejemplo), además de la extinción de poblaciones o especies, modifica la diversidad de respuestas que pueden ocurrir en los ecosistemas cuando sobrevienen choques o cambios, como sería el trastorno climático.

Con todo, la mayor complejidad del término biodiversidad surge en sus “dimensiones humanas”. Diversidad biológica fue reemplazada, a través de su uso intercambiable, por biodiversidad, más allá de los objetos de estudio de las ciencias naturales, (genética, ecología de poblaciones, ecosistemas, biogeografía y evolución), y de sus interrelaciones. Para Escobar (1999), el término no se refiere a un “objeto verdadero”, sino a una construcción histórica que despliega relaciones problematizadas entre la naturaleza y la sociedad. Aubertin (2005) señala que la dimensión problematizada del concepto biodiversidad resulta cuando el CDB pone énfasis en miradas conservacionistas y utilitaristas. Sin embargo, más allá de la resistencia inicial de movimientos sociales, el término ha venido siendo cargado de nuevos significados, y cooptado en las relaciones entre los movimientos indígenas y el ambientalismo en Colombia (Hernández & Ulloa, 2004), y hace hoy parte de los temas centrales de la ecología política en el país. El paso del término biodiversidad desde la ciencia a la esfera política, y desde ahí a la gestión (Andrade, en prensa), denota no solo ampliación temática, sino el tránsito desde lo simple (simplificado) hacia la complejidad. Hoy la biodiversidad se reconoce como la base de los ecosistemas en su estructura y función, y en los servicios que de ella determinan el bienestar humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2003). Por lo mismo, se trata de un área problemática prioritaria para la política pública.

En la investigación orientada a la gestión de la biodiversidad, se trata pues de construir una forma de aproximación, que permita abordar situaciones complejas y emergentes para la toma de decisiones, que no se agotan en los paradigmas de las ciencias normales de la conservación. Se trata de un espacio adecuado para la investigación transdisciplinaria con participación de los actores involucrados en la definición de su problemática en la que, más que yuxtaposición, convivencia, o dialogo entre las aproximaciones disciplinarias (García, 2006), la biodiversidad aparece como un objeto común emergente en la interdependencia de la sociedad y la naturaleza. Es decir se trata de un campo de conocimiento transdisciplinario en el que no es posible separar el conocimiento científico de aquel que se orienta a la aplicación, ya que el conocimiento surge de problemáticas específicas, en contextos particulares, definidos por quienes participan activamente.

Irrupción de lo inesperado

Una ciencia de la biodiversidad deberá proveer el conocimiento no solo para enfrentar el aumento cuantitativo de situaciones que la amenazan, sino la aparición de situaciones inesperadas. La primera, sin duda, es la irrupción planetaria de las consecuencias de los trastornos de la variabilidad climática en los sistemas ecológicos y sociales. El entendimiento del cambio climático hace tiempo rebasó el marco de las ciencias biofísicas, y es hoy tema central en el estudio de los sistemas ecológicos y sociales, y sus interacciones multiescala, que han puesto en primer lugar los enfoques transdisciplinarios de investigación en la dinámica de cambio de los socio-ecosistemas, la resiliencia y la adaptación (Walker, Holling, Carpenter & Kinzig, 2004). El hoy llamado “pensamiento de la resiliencia” (Walker & Salt, 2006) es una escuela transdisciplinaria que busca enfrentar el cambio en los sistemas ecológicos, institucionales y sociales, como una contribución a la redefinición de la sostenibilidad y el bienestar humano. Eso ha contribuido al desarrollo de la visión de la biodiversidad ya propuesta en el “enfoque ecosistémico”⁵; al enfatizar que los sistemas ecológicos y los sistemas sociales entran en relación, conformando sistemas socioecológicos⁶ en la interdependencia entre la sociedad humana y la naturaleza.

Asociado con lo anterior, se encuentra la irrupción inesperada en las configuraciones y funcionamientos de los ecosistemas y sus consecuencias no previstas que son producto de la acción humana, como por ejemplo la introducción de especies exóticas y que escapan a su control, siendo a la vez culturales y silvestres y que han sido definidos como nuevos ecosistemas (*novel ecosystems*) o ecosistemas emergentes (Hobbs et al., 2006). Representan un reto conceptual para la investigación ligada con la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, pues no son producto del diseño y no están bajo control humano, trascienden la noción de racionalidad con la que han sido entendidos y, además, porque representan una “nueva naturaleza” que, a pesar de la pérdida de biodiversidad original que produce, es en muchas ocasiones proveedora de servicios ecosistémicos varios (Lugo, 2009), y entran a formar parte de la naturaleza que es protegida y apreciada por la sociedad (Andrade, 2009).

Para los biólogos de la conservación, los cambios globales inesperados están llevando a situaciones en las cuales la pérdida de biodiversidad aparece como inevitable. En efecto, en las altas montañas tropicales (selvas de montaña y pá-

5 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. Decisión V/6 CDB. Convención de las Partes COP5. Nairobi.

6 Una buena parte del desarrollo conceptual se ha dado a través de la revista internacional que inició con el nombre *Conservation Ecology* y que más tarde se transformó en la revista *Ecology and Society*: www.ecologyandsociety.org y en el *Resilience Centre* de Estocolmo.

ramos, por ejemplo), el cambio climático global estaría llevando a conjuntos de especies a través de cuellos de “trampas térmicas”⁷ en donde la extinción sería inevitable (Ruiz, Moreno, Gutiérrez & Zapata, 2008; Buytaert, Cuesta-Camacho & Tobón, en prensa)). De consolidarse estas tendencias, la planificación sistemática de la conservación tendría que afrontar la difícil tarea de incluir opciones de exclusión de sitios y especies dentro de sus modelos de selección de prioridades de conservación. Sería algo así como “planificar la extinción”, lo cual implica un conflicto ético dentro del trabajo científico. Es una especie de principio de indeterminación, en el cual, como ya se ve en los estudios sobre el cambio climático, las intervenciones del observador resultan inseparables del objeto observado (Dupuy, 2006).

Un dilema emergente mayor, con profundas consecuencias para la investigación, sobreviene cuando los científicos comienzan a apreciar que la respuesta humana de adaptación al cambio climático podría significar un nuevo escenario de amenazas a la biodiversidad, incluso con consecuencia iguales o mayores que éste (Turner, Bradley, Estes, Hole, Oppenheimer & Wilcove, 2010). Esto es lo que se observa ya en relación con la gestión del suministro de agua a través de la transformación aún más severa de los sistemas hídricos. A pesar de las recomendaciones de avanzar en la “adaptación basada en los ecosistemas” (véase Andrade, en prensa), es evidente la existencia, en la sociedad, de dilemas y compromisos en el manejo ambiental y la gestión de la biodiversidad. En estas situaciones, los enfoques y las orientaciones de la investigación están cargados de valores, y difícilmente podrían desarrollarse en un contexto de pretendida objetividad.

La irrupción de lo inesperado llama también a la necesidad de introducir novedad en los esquemas clásicos del monitoreo “duro” (como los basados en el modelo mecánico del termostato estado-presión-respuesta), a través del barrido (*horizon scanning*) para generar alertas tempranas del cambio indeseable (Sutherland et al., 2009), para pasar a sistemas de aprendizaje de doble *loop* en los cuales se puede controvertir los supuestos del modelo para cambiarlos. Por ejemplo, hoy se están documentando enfermedades emergentes, que afectan no solo los “objetos” clásicos de la conservación de la biodiversidad (como las especies endémicas o con algún riesgo de extinción), sino conjuntos de especies, como está sucediendo ya con las aves (hasta hace poco consideradas) comunes en Inglaterra. Así, surge el reconocimiento de los determinantes de escala superior en los procesos ecológicos, poniendo en vigencia la macroecología (Brown, 1995), que es el estudio holístico de los ecosistemas y que resulta particularmente útil frente a asuntos como el cambio ambiental global.

7 Se refiere a situaciones en las cuales, debido al cambio ambiental global, las condiciones de temperatura propicias para algunas especies no están disponibles en el paisaje.

Con igual importancia, resulta, en este momento, reconocer la constante aparición de nuevas dimensiones humanas asociadas con la gestión de la biodiversidad: entre ellas, por ejemplo, la irrupción de nuevas patologías ligadas con la degradación de la naturaleza, expresadas en torno al concepto de *solasalgia* (Albrecht et al., 2007), y que inducen a la incorporación de elementos de la psicología cognitiva en la investigación sobre conservación de la naturaleza.

Se trata pues de toda una serie de manifestaciones del cambio inesperado en los sistemas ecológicos y sociales, y que llaman a abrazar la “complejidad de la complejidad” (Morin, 2001). La investigación sobre la biodiversidad deberá, no solamente de manera reactiva, estudiar las consecuencias de los cambios para generar acciones sólidas de conservación, sino hacer de la incertidumbre misma su materia de estudio para propiciar, a través de modelos prospectivos, escenarios de acción preventiva, preadaptativa o transformativa. En este sentido, vale la pena revisar algunos elementos para una nueva ciencia de la biodiversidad.

Tipos de conocimiento

En la gestión de la biodiversidad, un dominio amplio de situaciones podrían responderse mediante investigación de la ciencia básica; como se desprende de la agenda de aplicaciones prácticas de conservación biológica en establecimiento, diseño y manejo de áreas protegidas; conservación fuera de ellas, restauración ecológica, y manejo sostenible de poblaciones biológicas (Primack, Rozzi, Feinsinger, Dirzo & Massardo, 2001). Kattán y Valenzuela (2008) recuerdan que la población es la unidad básica de la conservación, para lo cual existe un gran acervo de conocimiento en torno a la biología de la conservación de las poblaciones.

Señala, sin embargo, el IPBES (van den Hove & Chabason, 2009) que la magnitud y complejidad de los problemas representan “un reto sin precedentes”, por lo que es importante revisar los tipos de conocimiento, en la interfaz ciencia-política. Se parte de reconocer primero la existencia de “dos culturas científicas en la ciencia” (Holling, 1998), la analítica-disciplinaria, y la sistémica o integrativa (Cuadro 1), que en principio no son excluyentes. Ante la prevalencia del enfoque analítico, el enfoque sistémico o integrativo adquiere especial relevancia. Incluso en países con una comunidad científica amplia, se está presentando un renacer de la investigación interpretativa e integrativa.

Cuadro 1
Dos culturas científicas en la ecología

Enfoque analítico	Enfoque sistémico o integrativo
Aísla y se concentra en los elementos.	Unifica y se concentra en las interacciones.
Estudia la naturaleza de la interacción.	Estudia los efectos de las interacciones.
Enfatiza la precisión en los detalles.	Enfatiza percepción global.
Modifica una variable a la vez.	Modifica numerosas variables simultáneamente.
Independiente de la duración del tiempo; fenómenos reversibles.	Integra la duración del tiempo y la irreversibilidad.
Valida los hechos mediante la prueba experimental dentro del cuerpo de una teoría.	Valida los hechos a través de comparaciones del comportamiento del modelo con la realidad.
Modelos precisos y detallados que son menos útiles en operaciones reales.	Modelos que pueden ser insuficientemente rigurosos usados como base de conocimiento pero útiles en la decisión.
Aproximación eficiente en interacciones lineales y débiles.	Aproximación eficiente en interacciones no lineales y fuertes.
Educación orientada por disciplinas.	Educación multidisciplinaria.
Acciones programadas en detalle.	Acción por objetivos.
Conocimiento de los detalles; fines pobremente definidos.	Conocimiento de los fines.

Fuente: Modificado de Saner (1999).

Un segundo aspecto por considerar es la integración funcional entre varias dimensiones del conocimiento científico⁸ (Figura 1). Se trata de la investigación analítica disciplinaria (ciencia básica y aplicada), la investigación interpretativa, integrativa y adaptativa (monitoreo). Las instancias se integran en la formulación de hipótesis de la ciencia integrativa y la validación empírica de indicadores o índices. Algunos aspectos clave de este modelo son, por ejemplo, distinguir entre datos e información, pues esta última requiere agregación a través de algún modelo mental. También se requiere distinguir entre información y conocimiento, éste último requiere interpretación. Cuando el conocimiento es reemplazado por el manejo de información, hay riesgo de propaga-

8 Queda sin desarrollar el tema de otras formas de conocimiento y su interacción en los procesos de gestión de la biodiversidad, a través del diálogo de saberes y la traducción de discursos. El enfoque ecosistémico, en su principio 11 estipula: "El enfoque ecosistémico debe considerar todas las formas de información relevante, incluyendo el conocimiento científico, el conocimiento indígena, y el conocimiento de las poblaciones locales tradicionales".

ción de proposiciones que no se pueden probar como falsas, y que representan “cegueras del conocimiento” (Morin, 2001)⁹. La pirámide del conocimiento en su conjunto, más que alguna de sus partes, podría soportar mejor la toma de decisiones. Tal como lo menciona el estudio del IPBES, una de las mayores debilidades en la interfaz conocimiento-decisiones, es la ausencia de instancias específicas para la integración e interpretación del conocimiento.



Figura 1. Componentes de la “pirámide del conocimiento”.

Fuente: Elaboración propia.

Formas de producción del conocimiento

Una reflexión acerca de las formas de producción social del conocimiento es necesaria para construir una ciencia de la biodiversidad. Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott y Trow (1994), en su presentación de la “nueva producción del conocimiento”, distinguen el Modo 1 y el Modo 2, cuyas diferencias se presentan en el Cuadro 2.

9 La diferenciación entre manejo de información e investigación está en la Ley 99 de 1991, cuando propuso una institucionalidad científica y un pluralismo en el conocimiento, para entregar insumos para la toma de decisiones. El conjunto de institutos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) (diferentes al Instituto de Estudios Ambientales IDEAM) generaría conocimiento para alimentar un sistema de información ambiental nacional, como soporte de la toma de decisiones. Hizo diferenciación entre investigación y manejo de información, entre investigación básica y aplicada, pero no lo hizo entre la investigación básica y la interpretativa e integrativa.

Cuadro 2
Contraste entre los Modos 1 y 2 de producción de conocimiento

Modo 1	Modo 2
Ciencia disciplinaria. Distinción entre ciencia básica y aplicada.	Interdisciplina y transdisciplina. No hay esta distinción; todo conocimiento emerge en un contexto de aplicación.
Organización y homogéneas (Universidad, centros de investigación).	Prácticas heterogéneas de producción de conocimiento (sector público y privado, redes, aprendizajes colectivos).
Ciencia autónoma.	Ciencia abierta. Reflexibilidad y rendición de cuentas en la sociedad.
Calidad exclusivamente medida en los peer reviewed papers.	Nuevas formas de control de calidad. Atención al impacto de la investigación.
Ciencia producida dentro de la comunidad académica.	Audiencias heterogéneas.
Lógica académica: centrada en las preguntas que emergen dentro de la academia.	Lógica "postacadémica": preguntas que emergen en interacción de actores varios en la sociedad.

Fuente: modificado de Gibbons et al. (1994).

Tanto el Modo 1, como el 2 conviven actualmente en la sociedad (Martínez & Wills, en prensa). En la ecología, desde un punto de vista teórico, y no sin controversia, ambas aproximaciones permanecen vigentes. El problema se da en la práctica por una profunda asimetría entre ellos, que se refleja en la propensión de los investigadores hacia la producción de conocimiento Modo 1 según su formación y exposición previa y por la exposición a instituciones diferentes a la academia (las ONG, sector público) (Martínez & Wills, en prensa). Además, porque actualmente los tomadores de decisiones exaltan la ciencia analítica en la orientación de la educación y en la investigación, haciendo de la "dura" y disciplinaria la única oficial, dejando la integrativa e interpretativa como marginal y con menos apoyo. Esta cultura científica organizacional determina además también la forma como los tomadores de decisiones asumen la ciencia disciplinar como su principal insumo en su quehacer.

La discusión sobre los tipos de conocimiento científico y sus modos de producción es importante en los diferentes espacios académicos. Con respecto al primero, se discuten las limitaciones del enfoque analítico y cómo han surgido, desde los años ochenta del siglo pasado, propuestas para superarlas a través de enfoques sistémicos. Con respecto a los modos de producción de conocimiento, interesa señalar que la generación de conocimiento científico

disciplinar arbitrada por pares académicos (Modo 1) debe ser complementada por la producción de conocimiento a partir de la identificación de situaciones problemáticas discutidas con los beneficiarios o afectados por la acción pública, bajo contextos específicos del orden local o regional (Modo 2). Tiene importantes implicaciones para la gobernanza de la generación de conocimiento, ya que el modo 1 de producción del conocimiento ocurre preferentemente en las universidades de investigación, mientras que el segundo requiere una nueva gobernanza¹⁰ a partir del establecimiento de redes interorganizacionales en las que la universidad es un actor más sumado a entidades del gobierno, la empresa privada y organizaciones de la sociedad civil y de la comunidad.

Un nuevo equilibrio entre conocimiento y decisiones implica superar el desajuste temporal entre las necesidades de los tomadores de decisiones y la temporalidad de producción (y diseminación) del conocimiento; que debería ser demandado, producido y ofrecido en los tiempos apropiados de los procesos de la toma de decisiones (Sutherland et al., 2009). Las decisiones que no integran de manera adecuada los tiempos necesarios para que los científicos puedan producir, integrar e interpretar el conocimiento necesario para la toma de decisiones, en una sociedad ilustrada, deberían ser las que queden más expuestas al escrutinio de la sociedad (costo político).

También hay que superar el problema de comunicación. Usualmente los científicos usan lenguajes que solo están al alcance de sus co-disciplinarios, y mucho menos para los tomadores de decisiones, quienes frecuentemente construyen los significados a través de procesos influenciados por los medios de comunicación. Se requiere una pedagogía desde la ciencia hacia la política, para que los tomadores de decisiones puedan consultar de manera adecuada la ciencia. En las políticas de educación y de investigación es necesario equilibrar la producción de conocimiento entre el modo uno y el modo dos; modificar los sistemas de evolución y premio, reconociendo el valor del trabajo en interpretación y difusión del conocimiento, y en su impacto en la sociedad. De esta forma, se podría, en un plazo mayor, convertir el desajuste original en un círculo virtuoso. Por último, es necesario reformar o reorientar las instituciones de investigación en la interfaz conocimiento-decisiones, para que reconozcan el aporte de la ciencia integrativa e interpretativa, y asuman como uno de sus roles centrales la gobernanza del conocimiento en la sociedad.

10 Se entiende por gobernanza los diferentes arreglos institucionales mediante los cuales se estructuran el poder y la autoridad en diferentes contextos de la política pública (Doornbos, 2001). Estas complejas interrelaciones se dan entre Estado, sociedad civil y empresa privada en campos de acción donde ninguno de ellos por sí mismo es suficiente para garantizar la efectividad y legitimidad de la política o de la acción.

Incertidumbre del conocimiento

Las culturas científicas mencionadas y los modos de producción del conocimiento, se diferencian además en relación con el tipo de incertidumbre que enfrentan. El investigador francés Dupuy (2006) presenta una propuesta de conceptualización de la a incertidumbre del conocimiento en relación con el cambio climático, que por su validez para la gestión de la biodiversidad, se toma aquí como referencia (Cuadro 3).

Cuadro 3
Comparación entre tipos de incertidumbre y aspectos
relevantes para la gestión de la biodiversidad

Incertidumbre del conocimiento epistémica	Incertidumbre esencial
Riesgo probado.	Riesgo conjeturado.
Aleatoriedad asociada con la probabilidad objetiva de ocurrencia de eventos observables.	Posibilidad de ocurrencia de eventos extremos no deducibles de las series estadísticas.
Sistemas físicos simples o complicados.	Sistemas complejos.
Causalidades lineales y encadenamientos de causas.	Causalidades no lineales, redes causales complejas, retroalimentaciones, puntos de quiebre y saltos.
La certeza científica reduce la incertidumbre en campos restringidos del conocimiento.	No hay certeza científica equivalente en el mundo real.
Diferenciación entre riesgo objetivo (estadístico) y subjetivo (perceptual).	No hay separación entre riesgo subjetivo y objetivo, ambos pertenecen a la realidad.
Prevención	Precaución
Futuro	Futuros posibles (futuribles)
Afirmaciones sobre lo que es falso o verdadero.	Afirmaciones sobre lo posible.
La descripción del futuro es independiente de su representación.	La descripción del futuro participa en su determinación causal.
Tiempo histórico lineal y bifurcaciones.	Tiempo cíclico: determinación recíproca entre el futuro y su representación.

Fuente: Elaboración propia con base en Dupuy (2006).

En general, Dupuy (2006) parte de reconocer que la ciencia disciplinaria, o epistémica, se enfrenta a la reducción de la incertidumbre del conocimiento; es decir, aquella que se refiere a la capacidad de proponer el futuro en tanto pro-

babilidad de ocurrencia de eventos observables y encadenados causalmente. Cuando los eventos que tienen una potencialidad de ocurrencia son nocivos para la sociedad, el conocimiento basado en la regularidad estadística, se usa para la prevención. En este tipo de riesgos, se supone una consciencia del agente frente a su propio desconocimiento (yo sé que no sé); es la base de la prevención, que llama al esfuerzo científico de producción de más conocimiento. En la gestión de la biodiversidad, un conjunto amplio de situaciones de incertidumbre probada, podrían ser solventadas mediante este tipo de conocimiento.

Un segundo tipo de situaciones, de acuerdo con Dupuy (2006), se refiere a la incertidumbre esencial. Se refiere a la ocurrencia de eventos de carácter hipotético, que corresponden con cambios no lineales en sistemas complejos, puntos de quiebre (*tipping points*), que no pueden ser proyectados a través de la regularidad estadística, y que tienen que ver más con la ocurrencia de casos extremos. Este tipo de eventos presupone la consciencia del agente que reconoce su no saber (yo no sé que no sé). Una diferencia entre los dos tipos de incertidumbre, está relacionada con el papel del observador. En la primera, el observador es exterior, y la incertidumbre sería pretendidamente objetiva, y la descripción del futuro es independiente de su determinación. En la segunda, el observador se confunde con el agente, la descripción del futuro participa en su determinación causal, y se constituyen futuros posibles (futuribles). Es el escenario para la investigación no ya predictiva (proyección al futuro de probabilidades observadas) sino prospectiva, es decir la construcción de escenarios en los cuales las decisiones posibles condicionan los futuribles. Cuando consideramos la biodiversidad como base de los sistemas socioecológicos, es claro que la incertidumbre en el conocimiento sobre su devenir, en escenarios de cambio climático, adquiere un nivel de complejidad que transita desde una incertidumbre epistémica a la esencial.

Incertidumbre y urgencia

La práctica ha venido mostrando que la relación entre conocimiento y decisiones es aún más compleja, cuando no solo interviene la incertidumbre epistémica o esencial, sino la urgencia de acción frente a lo que está en juego, generando un riesgo en las decisiones. Mientras la información y el conocimiento científico básico sirven para aumentar la certeza dentro de un campo restringido del conocimiento, el conocimiento agregado e interpretado y el manejo de la información, permiten disminuir el riesgo a los tomadores de decisiones (Figura 2). Funtowicz y Ravetz (1999) denominan ciencia “posnormal” aquella que complementa la aproximación al conocimiento de las ciencias básicas y

aplicadas y la consulta profesional, en el espacio de la interacción entre incertidumbre del conocimiento y el riesgo de las decisiones; también la denominan la nueva ciencia de la sostenibilidad. El conocimiento pertinente permite manejar la incertidumbre y reducir el riesgo frente a la dificultad de predecir en la relación entre la sociedad humana y la naturaleza o para, como dice Morin (2001), “navegar en un océano de incertidumbre salpicado de archipiélagos de certeza”.



Figura 2. Ciencia posnormal.
Fuente: Tomado de Funtowicz y Ravetz (1999).

En este sentido, hay actualmente un desajuste entre la incertidumbre en el conocimiento de los sistemas socioecológicos y el costo político de las decisiones. Abandonar la pretensión de un conocimiento científico-normativo en el tratamiento de los sistemas socioecológicos complejos en los que está inmersa la biodiversidad, implica una reflexión para diferenciar los roles de los científicos y los de los tomadores de decisiones. En las instituciones diseñadas para la interfaz ciencia-toma de decisiones, no puede esperarse que el rol del científico sea producir (solo) conocimiento cierto, para apoyar decisiones políticas que de esta forma serían las correctas. Tampoco sería la de avalarlas, por el solo hecho que su institución tiene una función pública. El científico maneja la incertidumbre del conocimiento, y el tomador de decisiones la incertidumbre del riesgo político de las decisiones en la sociedad. El papel del científico es ilustrar sobre los alcances posibles del riesgo político en la sociedad de diferentes escenarios de decisiones y señalar prestaciones y contraprestaciones (*trade offs*) (Figura 3). El balance escogido por quien toma las decisiones, entre incertidumbre del conocimiento y riesgo, es eminentemente político, y así es su control.

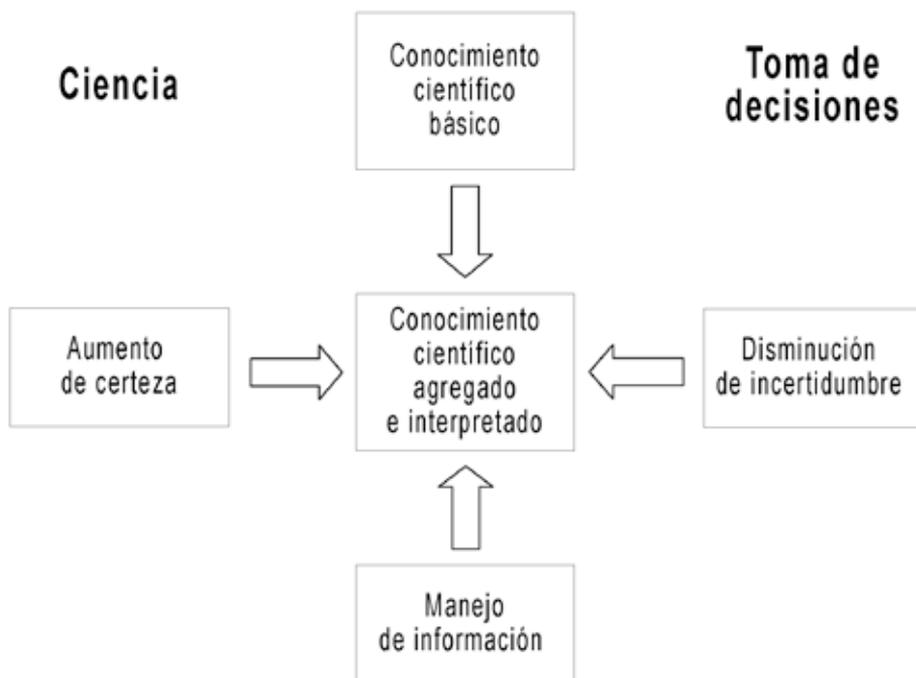


Figura 3. Conocimiento (básico, interpretado e indicadores), y certeza en las decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

Hacia una gobernanza del conocimiento

Para las ciencias emergentes¹¹, los esquemas de gobernanza en la generación del conocimiento deben ser tentativos: es decir, deben ser dinámicos y cambiantes para poder manejar todas las contingencias, complejidades e interdependencias que se presentan entre múltiples instituciones, organizaciones y actores que están involucrados (Kuhlmann, 2004).

Así, es claro que en Colombia con la expedición de la legislación en materia institucional-ambiental (Ley 99 de 1991), el Gobierno controló e influyó, de manera centralizada y jerárquica, en la conformación de agendas de investigación y de instituciones para su desarrollo. Esta visión se complementó con la idea de que la generación de nuevos conocimientos debería estar sustentada fundamentalmente en la ciencia básica. Ello ya no es posible, porque las ten-

11 Es decir, aquellas que además de enfrentar la complejidad tienen el potencial de transformar radicalmente dominios y sectores del conocimiento de las políticas públicas y de la acción, como lo sería la gestión de la biodiversidad.

dencias mundiales en la organización de la investigación en ciencias emergentes, muestran cómo se ha redefinido el límite entre ciencia y política pública y cómo se evoluciona hacia nuevas formas organizacionales más descentralizadas y cooperativas, basadas en la figura de redes interinstitucionales (van der Meulen, 1998). Estas nuevas formas de gobernanza están basadas en el desarrollo de contratos, acuerdos y alianzas, a partir de múltiples actores que actúan en lo local, lo territorial, lo nacional y lo global, para la generación del nuevo conocimiento.

Hablamos de esquemas de gobernanza para la generación del conocimiento cuando reconocemos que la generación de nuevo conocimiento académico tiene que ver con el involucramiento de múltiples actores, públicos y privados, del nivel nacional, regional y local que persiguen mejorar su generación y la efectividad de las políticas, para resolver temas públicos de interés estratégico, como es el de la gestión de la biodiversidad. Ya no se trata de mantener los esquemas tradicionales de generación de conocimiento público basado exclusivamente en estructuras estatales burocráticas, que definieron sus prioridades y sus campos de investigación y de acción en una perspectiva *top-down*, a partir del conocimiento de unos pocos expertos o “iluminados”. Se requiere reconceptualizar dichos esquemas hacia formas de generación de conocimiento cooperativas, con la conformación de redes en las que participen actores gubernamentales, privados y de la sociedad civil, con el objetivo de lograr que el conocimiento generado sea legítimo y efectivo.

Las redes, como formas organizacionales, presentan la gran ventaja de su flexibilidad, de su capacidad de transmisión de conocimiento y aprendizajes entre los nodos que las conforman y de la posibilidad de integrar a través de puentes (Burt, 2000) a distintas organizaciones y actores que trabajan sobre un mismo tema bajo diferentes perspectivas. Se trata de crear grupos multidisciplinarios e interinstitucionales que trabajen sobre áreas o campos comunes del conocimiento. En la generación de conocimientos legítimos y efectivos sobre la biodiversidad, participan múltiples niveles de gobierno, las comunidades, organizaciones autónomas (CAR), empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, movimientos sociales y grupos de interés, ciudadanos y clientes de los servicios de la biodiversidad. Esta amalgama de interés, con su correspondiente complejidad, solo podrá ser atendida de forma legítima si se abren espacios para innovaciones, se actúa desde marcos dinámicos y cambiantes con énfasis en aprendizajes dinámicos más que con marcos monocéntricos que limitan las opciones y la discusión entre actores.

Las formas de control social son de particular importancia en los tipos y formas de producción del conocimiento, en donde los nuevos diseños de go-

bernanza para la generación de conocimiento pueden hacer posible que estos dos modos de conocimiento convivan y se integren entre sí. Una forma son las redes sociales de producción del conocimiento, que generan una sinergia positiva entre el capital social y el capital humano (Martínez & Wills, en prensa). Estas redes sociales se basan en la noción de que es posible cooperar entre actores y organizaciones, para la generación de nuevos conocimientos relevantes y pertinentes. Para hacerlas efectivas, requerimos de nuevos esquemas de gobernanza en los que se fijen las reglas e incentivos para la cooperación, se creen los espacios para el diálogo sustentado y se especifiquen planes conjuntos de investigación en contextos particulares. La existencia de redes sociales activas es una forma de capital social con un efecto importante en la gestión de la biodiversidad. La gestión de sistemas ecológicos y sociales acoplados, y dentro de ellos la biodiversidad, es una actividad que requiere muchos insumos de conocimiento. Y la gestión de conocimiento a través de redes, a diferencia del conocimiento Modo 1, pone énfasis no solo a la producción de nuevo conocimiento, sino a la diseminación en la sociedad del conocimiento existente y al impacto del conocimiento en la sociedad (Wills, Restrepo & Durana, en prensa). En sociedades que presentan un nivel alto de diversidad cultural, la concurrencia de varias formas de conocimiento, y el diálogo y traducción de saberes, se constituye en aspecto básico para la construcción de acuerdos de gestión de los espacios de la biodiversidad. En este sentido, el conocimiento como una forma de capital social, y su posible movilización en procesos de toma de decisiones, se constituye en un elemento central de la capacidad adaptativa y resiliencia en los sistemas socioecológicos (Walker & Salt, 2006).

Así, las organizaciones que actúan en la interfaz conocimiento-decisiones para la gestión de la biodiversidad, podría concebirse con un nodo que impulsa, dirige y facilita la creación de nuevas formas de conocimiento, en Modo 1 y Modo 2, y que las ejecuta parcialmente a través de una planta de personal de investigadores o científicos y de una red ampliada en la sociedad. Este rol tendría enormes repercusiones en su forma de organizarse y actuar, identificando además posibles aliados a nivel local y regional, y discutir esquemas de cooperación, a partir de la identificación de los temas prioritarios de investigación. Una vez identificados, diseñar las nuevas reglas de juego e incentivos que permitan que los actores puedan cooperar entre sí. El proceso se debe soportar mediante sistemas de información y monitoreo, que entreguen los insumos que se requieren para la investigación. A su vez, el manejo de recursos para la investigación se podría manejar mediante la idea de convocatorias por temas, en las cuales quienes presenten las alianzas más desarrolladas, pongan cofinanciación y articulen la generación de conocimiento con al discusión

con involucrados, tengan una mayor opción. Porque las fronteras no están hoy solamente en el conocimiento, sino en la capacidad de la sociedad de decidir infamadamente sobre su propio futuro.

Conclusión

En el diseño de las instituciones de investigación que se insertan en la interfaz ciencia-política, o conocimiento y toma de decisiones, es necesario combinar equilibradamente los tipos de ciencia, con énfasis en el déficit histórico de la ciencia integrativa e interpretativa y el manejo de información, las formas de producción y la gobernanza del mismo. Es decir, que más que el dilema investigación básica-investigación aplicada, hoy, hay que hacer gestión social y gobernanza del conocimiento.

Referencias

- Albrecht, G., Sartore, G-M., Connor, L., Higginbotham, N., Freeman, S., Kelly, B. et al. (2007). Solastalgia: The distress caused by environmental change. *Australasian Psychiatry*, 15 (1), 95-98.
- Andrade, A. (2009). Adaptación basada en ecosistemas. En C. L. Franco-Vidal, A. M. Piñeros, G. I. Andrade & L. G. Naranjo (Comps. y Eds.), *Experiencias de adaptación al cambio climático en ecosistemas de montaña (páramos y bosques de niebla) en los Andes del Norte* (pp. 37-48) [Memorias del Taller Regional]. Bogotá: WWF, MAVDT, IDEAM y Fundación Humedales.
- Andrade, G. I. (en prensa). Biodiversidad. Contraseña inestable entre la ciencia y la gestión. En S. Madriñán & J. A. Sánchez (Eds.), Universidad de Los Andes.
- Aubertin, C. (2005). Représenter la nature? ONG et biodiversité. París: IRD Éditions.
- Brown, J. H. (1995). *Macroecology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Burt, R. S. (2000). The network structure of social capital. En R. I. Sutton & B. M. Staw (Eds.), *Research in Organizational Behavior* (pp. 345-423). Greenwich, CT: JAI Press.
- Buytaert, W., Cuesta-Camacho, F. & Tobón, C. (en prensa). Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. *Global Ecology and Biogeography*.
- Doornbos, M. (2001). Good Governance: The rise and decline of a Policy Metaphor. *The Journal of Development Studies*, August.
- Dupuy, J. P. (2006). L'incertitude dans les systèmes complexes. Climat et sociétés. En E. Bard (Ed.), *L'Homme face au climat* (Partie IV). Paris: Collège de France/Éditions Odile Jacob.
- Escobar, A. (1999). *El final del salvaje. Naturaleza, cultura y política en la antropología contemporánea*. Bogotá: ICAH/CEREC.
- Fuentes, E. (1994). *¿Qué futuro tienen Nuestros Bosques? Hacia la gestión sustentable del paisaje del centro y sur de Chile*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Funtowicz, S. O. & Ravetz, J. (1999). Post-Normal Science. An Insight Now Maturing. *Futures*, 31 (7), 641-646.
- García, R. (2006). Interdisciplinarietà y sistemas complejos. En *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Halfpeter, G. & Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. En G. Halfpeter & C. Moreno (Eds.), *Sobre Diversidad Biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 5-18). ISBN: 84-932807-7-1.
- Hernández, L. & Ulloa, A. (2004). *La construcción del nativo ecológico*. Bogotá: ICANH/COLCIENCIAS.
- Hobbs, R. J., Arico, S., Aronson, J., Baron, J. S., Bridgewater, P., Cramer, V. A. et al. (2006). Novel ecosystems: Theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 1-7.
- Holling, C. S. (1998). Two cultures of ecology [on line]. *Conservation Ecology*, 2 (2), 4. Disponible en

- <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4/>
- Kattán, G. & Valenzuela, L. (2008). Poblaciones: las unidades básicas de la conservación. En G. Kattán & L. G. Naranjo (Eds.), *Regiones biodiversas. Herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas* (p. 224). Cali, Colombia: Wildlife Conservation Society/ Fundación EdoAndina/ WWF.
- Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1 (1-2), 4-32.
- Larigaudery, A. & Mooney, H. A. (2010a). The International Year of Biodiversity. An opportunity to strengthen the policy-science interface for biodiversity and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 1-2.
- Larigaudery, A. & Mooney, H. A. (2010b). The intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services: Moving a step closer to an IPCC-like mechanism for biodiversity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 9-15.
- Lugo, A. E. (2009, octubre). *Conundrums, paradoxes and surprise: A brave new world of biodiversity conservation*. XIII World Forestry Congress, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez, M. & Wills, E. (en prensa). Modes of knowledge production, social networks and creation of knowledge in management schools.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystems and human well being*. Washington: Island Press.
- Morin (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio-Colección Mesa Redonda.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. & Massardo, F. (2001). Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ruiz, D., Moreno, H. A., Gutiérrez, M. E. & Zapata, P. A. (2008). Changing climate and endangered mountain ecosystems in Colombia. *Science of the Total Environment*, 398, 122-132.
- Saner, M. A. (1999). Two Cultures: Not Unique to Ecology [online]. *Conservation Ecology*, 3 (1), r2. Disponible en <http://www.consecol.org/vol3/iss1/resp2/>
- Sutherland, W. J., Clout, M., Côté, I. M., Daszak, P., Depledge, M. H., Fellman, L. et al. (2009). A horizon scan of global conservation issues for 2010. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 (1), 1-6.
- Turner, W. R., Bradley, B. A., Estes, L. D., Hole, D. G., Oppenheimer, M. & Wilcove, D. S. (2010). Climate Change: Helping nature survive the human response. *Conservation Letters*, 3 (5), 304-312.
- van den Hove, S. & Chabason, L. (2009). *The Debate on an Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) exploring gaps and needs*. Paris: IDDRI/Idées pour le Débat 1. Gouvernance.
- van der Meulen, B. (2003). New roles and strategies of a research council: Intermediation of the principal-agent relationship. *Science and Public Policy*, 30, 323-336.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9 (2), 5. Disponible en <http://www>.

ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5

Walker, B. & Salt, D. (2006). *Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*.

Washington DC: Island Press.

Wills, E., Restrepo, C. & Durana, V. (en prensa). Social networks and academic knowledge management.